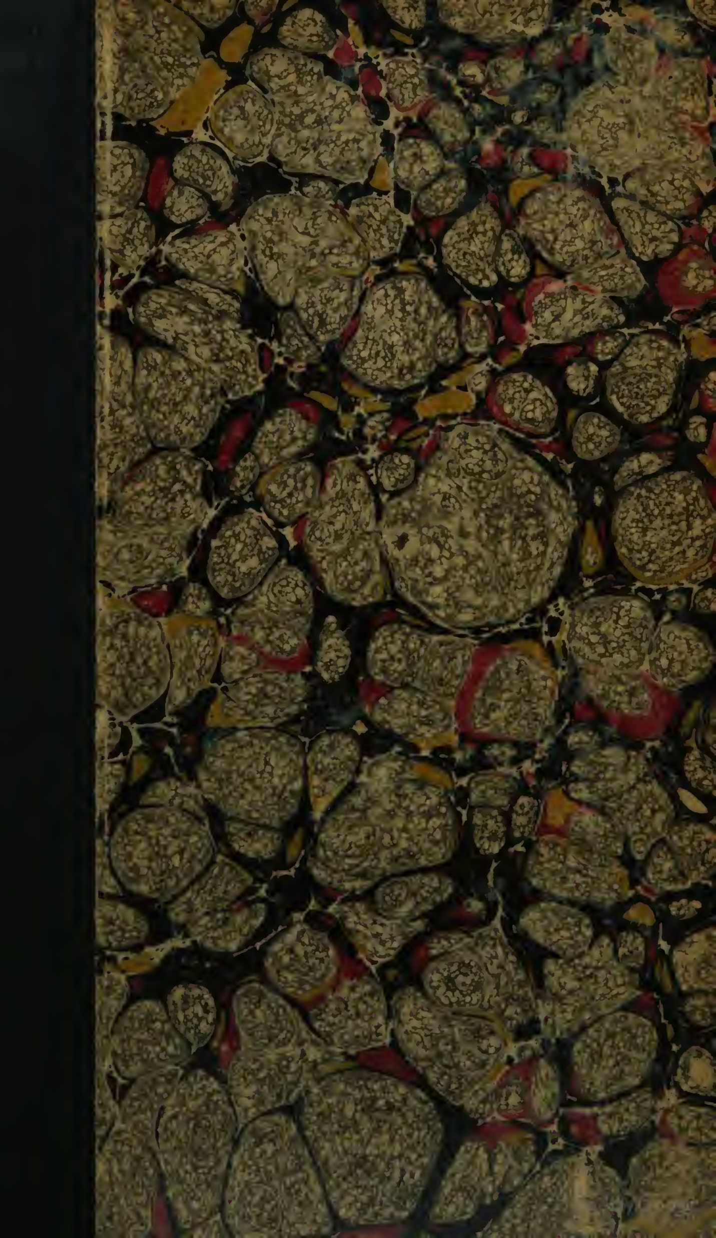


The date shows wh[illegible] olume was

FILMED 1993

1790 To replace lost copy



~~4668 B100 Eirt.~~

DIE METAMORPHOSE DER CORETHRA PLUMICORNIS.

EIN WEITERER BEITRAG ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER INSECTEN

VON

DR. AUGUST WEISMANN,

A. O. PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND DIRECTOR DES ZOOLOGISCHEN MUSEUMS AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG I. BR.

MIT 5 KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1866.

DIE
METAMORPHOSE
DER
CORETHRA PLUMICORNIS

EIN WEITERER BEITRAG
ZUR
ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER INSECTEN

VON

D[R.] AUGUST WEISMANN,
A. O. PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND DIREKTOR DES ZOOLOGISCHEN MUSEUMS AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG I. BR.

MIT 5 KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1866.

Abdruck aus der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.
XVI. Band. 1. Heft. 1866.

Inhaltsverzeichniss.

Noch ehe die Untersuchungen sich weiter ausgedehnt hatten, liess sich voraussehen, dass die Art und Weise, in welcher bei den Musciden die Umwandlung der Larve in das vollendete Insect vor sich geht, nicht für alle Insecten mit sog. vollkommner Verwandlung Gültigkeit besitzen werde.

Darauf deutete schon die grosse Verschiedenheit der Larvenformen. Wenn bei den bein- und kopflosen Muscidenlarven Kopf und Thorax der Imago mit den dazu gehörigen Anhängen als vollkommene Neubildung auftrat, so liess sich daraus doch nicht abnehmen, ob bei Larven mit typischem Kopf und ausgebildeten Mundtheilen dem eben so sei, ob dort nicht eine directe Umwandlung der Larvenanhänge in die wenn auch noch so verschieden gestalteten entsprechenden Anhänge der Imago stattfinde.

Dann aber erregten schon alte Beobachtungen von Swammerdam und Réaumur die Vermuthung einer wesentlich anderen Entwickelung gewisser Larven, insofern Beine und Flügel bereits unter der Larvenhaut erkannt wurden, also sehr viel früher sich ausgebildet haben mussten, als dies bei Musca der Fall ist.

Dass nun in der That die Metamorphose der Insecten durch mindestens zwei verschiedene Reihen von Entwickelungsvorgängen zu Stande kommt, wurde schon bei Gelegenheit der Muscidenentwickelung angedeutet und bereits die andere Hauptgruppe der Dipteren, die Tipuliden, als Gegenfüssler der Musciden bezeichnet und einem zweiten Entwickelungstypus zugerechnet. Ich lasse jetzt die Entwickelungs-

geschichte einer Tipulide folgen als Repräsentanten des zweiten Typus der Insectenmetamorphose.

Abweichend vom ursprünglichen Plan, muss ich vorläufig darauf verzichten, zugleich einen Ueberblick über die andern metabolischen Insectengruppen zu geben. Aeussere Hindernisse haben meine Untersuchungen nicht zum Abschluss kommen lassen, und wenn auch bereits eine Menge von Beobachtungsmaterial angehäuft ist, so ziehe ich es doch vor, dasselbe erst dann zu verwerthen, wenn es durch Neuhinzugekommenes einer Vollständigkeit näher gerückt sein wird.

Als Repräsentant der Tipuliden wurde Corethra plumicornis gewählt, der aussergewöhnlichen Durchsichtigkeit ihrer Larve wegen. Bei der ziemlich bedeutenden Länge von 7—8‴ lässt sich das lebende Thier doch mit einer 350fachen, ja in einzelnen Theilen selbst mit 650facher Vergrösserung untersuchen. Man kann an ein und demselben Individuum die ganze Entwickelung bis zur Verpuppung verfolgen, wie ich denn in der That, bei der Seltenheit der Corethra in hiesiger Gegend einmal genöthigt war, lange Zeit mit drei Individuen hauszuhalten.

Es ist bekannt, mit wie günstigem Erfolg Leydig[1]) bereits die Durchsichtigkeit der Corethralarve zur Aufklärung des anatomischen Baues der Insecten benutzt hat. Die Endigungsweise der Tastnerven in der Haut, die feinere Structur des Rückengefässes etc. wurden von ihm zuerst bei Corethra in's Klare gesetzt, und ich werde bei der anatomischen Beschreibung der Larve mich kurz fassen können, indem ich auf die Angaben des ausgezeichneten Forschers verweise.

Aber auch die Metamorphose der Corethra hat bereits mehrere Bearbeiter gefunden, Réaumur in seinen »Mémoires pour servir à l'histoire des insectes«[2]) und Lyonnet[3]) geben einen Ueberblick der Entwickelungserscheinungen und in neuester Zeit erschien eine Dissertation »De Corethrae plumicornis metamorphosi« von Karsch.[4]) Dass die Forscher des vorigen Jahrhunderts den Fragen noch fern standen, welche sich uns heute aufdrängen, bedarf kaum der Erwähnung, aber auch der moderne Beobachter geht nicht über eine einfache Beschreibung der Larve und Puppe hinaus, und sein Werk, obgleich ein Jahr nach Leydig's

1) Anatomisches und Histologisches über die Larve von Corethra plumicornis in der Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. III. S. 435.

2) Tom. V. p. 54.

3) Mémoires du Muséum Tom. 19.

4) Karsch, De Corethrae plumicornis metamorphosi, Monasterii Guestphalorum. 1854.

Beobachtungen erschienen, hat doch nicht die Entdeckungen Leydig's vollständig in sich aufgenommen, geschweige denn dass es über sie hinaus ginge.

Ich werde, wie bei Musca mit einer kurzen Schilderung der Larve beginnen, dann die Veränderungen während des Larvenlebens schildern, welche schliesslich zur Verpuppung führen und endlich den Vorgängen des Puppenstadiums eine Vergleichung der gesammten Metamorphose mit der der Musciden nachfolgen lassen.

Die Eier der Corethra liegen spiralig in einer flachen, im Wasser schwimmenden Gallertscheibe, wie dies Réaumur bereits bekannt war und in einer Abbildung von ihm ziemlich getreu dargestellt wird. Die Entwickelung der Eier geschieht durch Bildung eines regmagenen Keimstreifens, fällt also zusammen mit derjenigen von Chironomus, wie ich sie früher ausführlich geschildert habe.

Die jungen Lärvchen kriechen am sechsten Tag aus; sie gleichen in Lebensweise und Gestalt bereits den ausgewachsenen Thieren, mit Ausnahme einiger geringen Formverschiedenheiten, die später erwähnt werden sollen, nachdem zuvor der Bau der erwachsenen Larve geschildert wurde.

I. Bau der Larve.

1. Körpergestalt und äussere Haut.

Der Bau der Corethralarve schliesst sich dem der übrigen im Wasser lebenden Tipulidenlarven eng an und zeigt nur solche Abweichungen, wie sie durch die eigenthümliche Lebensweise bedingt erscheinen.

Ein horniger, mit Fühlern und doppelt vorhandenen Augen versehener Kopf findet sich hier, wie bei den nächsten Verwandten und ebenso die typischen zwölf Leibessegmente, deren drei vordersten hier jedoch miteinander verschmolzen sind und sich nur durch die Wiederholung der inneren Organe von einander abgrenzen.

Besondere Bewegungsorgane, wie sie sich sonst in Gestalt von Afterfüssen am ersten und letzten Segment angebracht finden, fehlen hier, wie denn auch die Larve niemals kriecht, sondern nur schwimmt und sich lediglich durch rasches Zusammenschnellen ihres cylindrischen, langgestreckten Körpers fortbewegt. Ein Rudiment des hintern After-

fusspaares ist indessen auch hier vorhanden in Gestalt eines kurzen, querabgestutzten Zapfens, dessen Rand von einem doppelten Kranz zierlicher, blattförmiger Haken gekrönt wird. Dies Rudiment eines Fusses bildet die Spitze des letzten Segmentes. Etwas weiter nach vorn, ebenfalls an der Unterseite und noch auf demselben Segment ist das zierliche Steuerruder angebracht, welches bereits von Leydig beschrieben worden ist, ein rein cuticulares Organ, aus einem Fächer gefiederter Chitinborsten bestehend, ohne besondern Bewegungsapparat in die Haut eingepflanzt, ein Organ ohne Analogie bei den verwandten Larvenformen.

Dies die Theile, welche das hintere Ende der Larve auszeichnen und deren Beschreibung ich der Vollständigkeit halber noch die Erwähnung von vier starken und langen gefiederten Borsten beifüge, welche paarweise warzenförmigen Vorsprüngen des Rückens aufsitzen, sowie vier lanzettliche die Afteröffnung umgebende Schläuche, welche offenbar als Respirationsorgane zu betrachten sind. Diese beiden Theile sind typisch für die ganze Larvengruppe.

Wenn aber der Mangel ausgebildeter Afterfüsse und der Besitz eines Steuerruders sehr entschieden auf eine Eigenthümlichkeit in der Lebensweise des Thieres hindeuten, das stete Schwimmen, so der Bau des Kopfes auf eine zweite, die Ernährung durch Raub.

Trotz der Versicherung von Karsch[1]), der die Corethralarve für einen Pflanzenfresser hält, ist sie doch — wie die vortreffliche Schilderung von Leydig[2]) sich ausdrückt — »ein arger Räuber, sie liegt halbe Stunden lang unverrückt in wagrechter Stellung im Wasser und gibt höchstens mit ihrem Steuer dem Körper eine leichte Schwenkung nach der einen oder der anderen Seite. Lyonet vergleicht sie deshalb nicht unpassend mit einem stillstehenden und auf Beute lauernden Hecht«. »Geräth aber eine Ephemerenlarve oder ein Wasserfloh unvorsichtig in ihre Nähe, so ist er im Nu von den Greiforganen am Kopfe erhascht und wird in den musculösen Pharynx eingetrieben«.

Die meisten Beobachter sprechen von dem »abenteuerlich aussehenden Gesicht« des Thieres, und in der That geben die mancherlei Borsten, Haken, und Chitinplättchen, verbunden mit der eigenthümlichen Form des Kopfes der räuberischen Larve ein fremdartiges Aussehen, und es ist schwer, auf den ersten Blick die typischen Theile des Larvenkopfes herauszufinden und sie von accessorischen zu unterscheiden.

1) A. a. O. S. 13. 2) A. a. O. S. 449.

Bei allen andern Tipulidenlarven stellt der Kopf eine rundliche Kapsel dar, deren Breite der Länge gleichkommt, oder sie übertrifft; am vordern Rand zu beiden Seiten sind die Antennen eingelenkt, darunter liegen die Mundtheile. Bei Corethra stehen die Antennen auf einem besonderen Vorsprung, einem schmalen, sanft abwärts gebogenen, schnabelförmigen Fortsatz, den ich als Stirnfortsatz bezeichne. Ausserdem sind sie nicht, wie sonst rein Tastorgane, sondern dienen zugleich dem Fang, es sind Greifzangen. Sie bestehen nur aus einem einzigen Glied, einer starken cylindrischen Röhre, die sich nach der Spitze zu kaum etwas verjüngt und in der Ruhe schräg nach hinten und unten gerichtet ist. Ein starker Muskel, der mit dickem Bauch vom hinteren Kopfrand entspringt und frei den Stirnfortsatz durchläuft, heftet sich mit seiner Sehne an die Antennenbasis und bewirkt durch seine Contraction ein Aufrichten der Antenne, eine Bewegung der Spitze nach vorn, während die Rückkehr in die alte Stellung lediglich durch die Elasticität der derben Gelenkhaut zu Stande kommt. Auf der Spitze der Antenne stehen vier bis fünf lange, starke und etwas gekrümmte Fangborsten, die sich nicht selbständig bewegen, sondern immer den gleichen, stumpfen, nach hinten offenen Winkel mit der Antenne bilden.

Durch das starke Vorspringen des Stirnfortsatzes bildet der Kopf, von der Seite gesehen, ein Dreieck, dessen Basis nach hinten gerichtet ist. An der Spitze desselben stehen die Antennen und dahinter folgen, den unteren Schenkel des Kopfdreieckes bildend, die Mundtheile: Oberlippe, Mandibeln, die Rudimente der Maxillen und die Unterlippe.

Die Oberlippe entfernt sich am weitesten von der bei den Larven gewöhnlichen Bildung. Sie stellt einen frei herabhängenden, schräg nach hinten gerichteten fingerförmigen Fortsatz dar von beträchtlicher Länge, der zwar kein besonderes Gelenk besitzt, sondern unmittelbar aus der Chitinhaut der unteren Kopffläche hervorgeht, dennoch aber sehr beweglich ist und zum Festhalten der einmal ergriffenen Beute und zu ihrer Fortleitung in den Mund verwandt wird. Die Oberlippe besitzt zwei Muskeln; ein Flexor nähert ihre Spitze dem Mund, ein Extensor entfernt dieselbe von ihm, beide zusammen ziehen sie und mit ihr den benachbarten Theil der Kopfkapsel nach oben. Beide Muskeln sind starke breite Bänder, die in der Mittellinie des Stirnfortsatzes entspringen, der Extensor hinten, dicht vor der eigentlichen Kopfkapsel, der Flexor bedeutend weiter vorn, die sodann sich kreuzend schräg nach abwärts steigen, um sich durch Vermittelung eines sehnenartigen Bandes zu inseriren, welches quer durch die Basis der Oberlippe hindurch gespannt

ist. Auch die Spitze der Oberlippe trägt zwei fächerförmig gestellte Büscheln kurzer gekrümmter Borsten.

Die Mandibeln gehören schon dem eigentlichen Kopfschild an, nicht blos dem Stirnfortsatz, sie liegen zu beiden Seiten des weiten, trichterförmigen Mundeinganges und weichen nicht erheblich von der gewöhnlichen Mandibelbildung vom Raube lebender Insecten ab. Sie sind handförmig und tragen an ihrem Innenrand fünf zum Theil sehr lange und starke, nach einwärts gekrümmte Zähne. Ausserdem trägt ein an ihrem Vorderrande angebrachter stumpfer Fortsatz mit fächerförmig ausgebreitetem Borstenbüschel dazu bei, den Mundeingang nach den Seiten hin zu verschliessen.

Ueber die beiden Maxillenpaare belehrt am leichtesten die Ventralansicht. Man gewahrt hier als hintere Begrenzung des Mundvestibulum eine zarte dreieckige Chitinplatte, deren schmale Basis den Rand der Unterlippe bildet. Uebrigens ist dieser mit zwei griffelförmigen Tastern besetzte Rand nicht scharf, sondern verlängert sich in einen breiten Rücken, der sich tief in das Vestibulum hinein fortsetzt, um dann erst scharf in den Schlundeingang umzubiegen.

Das erste Maxillenpaar ist nur als Rudiment vorhanden, in Gestalt eines unbeweglichen, breitrückigen, stumpfen Höckers, an dessen vorderes Ende sich ein eingliederiger Taster anschliesst. Auch dieser besitzt keine besondere Musculatur, ist also unbeweglich, doch verläuft ein Nerv in ihm, der in seiner Spitze, am Grund einer griffelförmigen Borste mit einem Ganglion endet. Aehnliche, aber kürzere Chitingriffel stehen auf der Oberfläche der Maxilla selbst.

Wenn auch die Entwickelung der Mundtheile beim Embryo nicht beobachtet wurde, so kann doch bei der Lage, welche der wallartige Höcker zwischen Mandibel und Unterlippe einnimmt, bei der Anwesenheit eines Tasters auf der äussern Seite desselben durchaus kein Zweifel an der Richtigkeit seiner morphologischen Deutung als erste Maxille aufkommen. Zum Ueberfluss verweise ich auf das ganz ähnliche Maxillenrudiment der Chironomuslarve, bei welcher seine Entwickelung vom Ei an verfolgt wurde. Es scheint eine solche Verkümmerung des ersten Maxillenpaares mit Beibehaltung eines ungegliederten Tasters bei dieser Larvengruppe die Regel zu sein.

Fassen wir die Resultate über den Bau des Kopfes der Corethralarve zusammen, so finden sich hier sämmtliche den Insecten zukommende typische Kopfanhänge vor, ein Umstand, der für die Entstehung der entsprechenden Theile der Mücke von grosser Bedeutung ist, wie weiter unten gezeigt werden soll.

Ausser diesen typischen Theilen finden sich dann noch accesso-

rische. Ein unpaares starkes Büschel langer, schlaff herabhängender schilfblattähnlicher Borsten am unteren Rand des Stirnfortsatzes, dicht hinter der Basis der Antennen — und zwischen diesem und der Oberlippe zwei zarte und sehr zierliche Chitinplättchen von flügelförmiger Gestalt, unbeweglich mittels eines kleinen Chitinknötchens auf der Haut befestigt, der vordere convexe Rand gezähnelt, der hintere glatt.

Was diesen accessorischen Anhängen, reinen Cuticularbildungen, Interesse verleiht, ist der Umstand, dass sie erst nach der vierten Häutung in der eben beschriebenen Gestalt auftreten, der jungen Larve aber noch fehlen, dass also hier wiederum, wie bei den Muscidenlarven, bei welchen Leuckart[1]) zuerst darauf aufmerksam machte. schon während des Larvenlebens Veränderungen der äusseren Körpergestalt vor sich gehen.

Es treten bei Corethra übrigens noch andere und tiefer eingreifende Veränderungen auf, indem ausser diesen accessorischen Anhängen auch die typischen Anhänge des Kopfes mehr oder weniger ihre Gestalt verändern, und — was das Interessanteste — das Hauptsinnesorgan des Thieres, das grosse, zusammengesetzte Auge erst während des Larvenlebens sich bildet.

Doch davon bei Gelegenheit der Sinnesorgane! Hier möge nur kurz die histologische Beschaffenheit der äusseren Haut eine Stelle finden.

Der Chitinpanzer ist mit Ausnahme weniger derberer Stellen, des hintern Kopfrandes, der Mandibeln, der Spitze des Stirnfortsatzes sehr zart und vollkommen farblos und durchsichtig. Unter der Chitinhaut liegt die Matrix derselben, die Hypodermis. »Auch diese ist so hell und pellucid, dass man sie, besonders an jüngern Thieren, kaum gewahr wird. Erst Essigsäure markirt die Contouren ihrer Zellen und Kerne«. (Leydig, a. a. O. S. 436.) Die Zellen bilden nur eine einfache Lage; sie sind klein, messen in der ausgewachsenen Larve 0,012—0,013 Mm. im Durchmesser, ihre Kerne 0,0068—0,010 Mm.

2. Verdauungscanal.

Die weite, trichterförmige, von Haken und Borsten umstellte Mundöffnung führt direct in einen »stark musculösen, anfangs weiteren, dann engeren Schlauch, der bis zum Ende des zweiten Körpergliedes (des dritten Leibesringes) sich erstreckt«, und den ich mit Leydig als Pha-

1) Vorläufige Notiz über die Larvenzustände der Musciden. Archiv f. Naturgeschichte. 27. Jahrg. Bd. I. S. 60.

rynx oder Schlundkopf bezeichne. Es endet dieser Abschnitt des Tractus mit »einer rundlichen Anschwellung«, innerhalb deren die structurlose Intima eine Menge feiner, starrer Borsten trägt, »die alle vom Grunde der Anschwellung nach vorn mit ihren Spitzen convergiren«, eine Anordnung, die Leydig mit Recht mit dem Gespinnst eines Nachtpfauenauges oder mit einer Fischreuse vergleicht.

Mit diesem Endknopf schliesst der vorderste unserer Larve ganz eigenthümliche Abschnitt des Tractus ab, es folgt dann erst der ganz dünne Oesophagus, der mehr oder minder geschlängelt durch das vierte Segment verläuft und unter schwacher Andeutung eines Proventriculus in den Chylusmagen übergeht (Taf. I. Fig. 1).

Der Pharynx ist physiologisch äusserst interessant, in ihm »findet eine Vorverdauung statt, indem nämlich das ganze verschluckte Thier nicht über den Pharynx hinauskommt«, zurückgehalten durch die fischreusenartig gestellten Borsten in der Endanschwellung desselben. Man sieht nun die verschluckte Daphnia oder Ephemerenlarve so lange im Schlund liegen, bis sie vollkommen farblos und durchsichtig geworden, aller ihrer verdaulichen Theile beraubt ist, die dann als eine gelbrothe oder braungelbe Flüssigkeit das zurückgelassene Skelet umgeben, um allmählich durch die Speiseröhre in den Magen zu wandern. Was diesen seltsamen Verdauungsprocess besonders merkwürdig macht, ist der Umstand, dass der verdauende Darmabschnitt gar keine Secretionszellen besitzt, sondern, wie Leydig ganz richtig angibt, nur aus einer sehr starken Lage von Ringmuskeln und aus einer derben structurlosen Intima besteht! Der verdauende Saft kann offenbar hier nur allein von den Speicheldrüsen geliefert werden, die mit einem gemeinschaftlichen Ausführungsgang ganz vorne in die untere Wand des Schlundes einmünden, nachdem sie kurz vorher einen »rundlichen, ziemlich weiten Speichelbehälter« gebildet haben. Die Drüsen selbst liegen in den drei ersten Segmenten und zeigen ganz die Structur, wie sie bei sämmtlichen verwandten Insectenlarven vorkommen — ich verweise auf Leydig's Beschreibung — sie sind aber auch durchaus nicht grösser als bei jenen — ja stehen an Grösse gegen die colossalen Speichelschläuche der kothfressenden Muscidenlarven oder der holzfressenden Käferlarven sehr bedeutend zurück. Nimmt man weiter die bei Corethra sehr leicht zu beobachtende Thatsache hinzu, dass der gelbrothe oder gelbbraune flüssige Chymusbrei, wie er sich im Pharynx durch Extraction des Nahrungsthieres bildet, in dem Chylusmagen keine sichtliche Veränderung erleidet, sondern nur allmählich aus dem Lumen desselben verschwindet, während die zelligen vorher farblosen Wandungen sich nun trüben und röthlich

färben — so lässt sich, glaube ich, von dem Pharynx der Corethralarve aus ein für die Physiologie der Insectenlarven nicht unwichtiger, allgemeiner Schluss ziehen: dass nämlich die Wände des Chylusmagens kein Secret zur Verdauung liefern, sondern nur resorbiren, dass der Verdauungssaft das Secret der Speicheldrüsen ist. Es lässt sich ja auch nicht wohl denken, dass ein und dieselben Zellen zu gleicher Zeit resorbiren und nach der nämlichen Richtung hin ausscheiden, und doch beginnen die Magenzellen sich mit Fett zu füllen, sobald Nahrung in sie gelangt ist. Besondere Drüsen in der Magenwand der Insectenlarven sind zwar von vielen Autoren beschrieben, aber nirgends nachgewiesen, und existiren meiner Meinung nach nicht, da alle diese sog. Magendrüsen nichts anderes sind als Ausstülpungen der Magenwand, also einfache Vergrösserungen der resorbirenden Fläche.

Von diesem Gesichtspuncte aus erscheint auch die Verdauung der Musciden in einem neuen Licht, sie weicht weniger von dem Normalen ab, als es den Anschein hatte. Auch hier münden Speicheldrüsen in den Pharynx, und bei der rein flüssigen Nahrung, welche diese Thiere einnehmen, schien mir diese Einrichtung nur so physiologisch zu begreifen, »dass man die Nothwendigkeit einer sofortigen chemischen Einwirkung auf diese Nahrung« annahm. Die faulenden Substanzen, die dem Thier zur Nahrung dienen, gelangen zuerst in den weiten Saugmagen und unterliegen dort einer chemischen Umwandlung, einer Chymification, nach deren Ablauf sie erst in den resorbirenden Magen hinabwandern. Diese Annahme war richtig; nur muss nach den Erfahrungen an Corethra hinzugefügt werden, dass die Beimischung von Speichel zur Nahrung durchaus nicht den Musciden allein zukommt, sondern allgemein und unerlässlich ist. Das Eigenthümliche der Muscidenverdauung liegt darin, dass — ganz wie bei Corethra und vermuthlich bei noch manchen Insecten — die Einwirkung des Speichels auf die Nahrung nicht im Magen vor sich geht, sondern in einem vor demselben gelegenen Abschnitt des Tractus, dass also die beiden Hauptacte der Verdauung, Chymification und Resorption, örtlich von einander getrennt sind, während sie bei den meisten Insecten beide im Chylusmagen vor sich gehen.

Uebrigens hat der Schlundkopf — wie Leydig bereits gezeigt hat — nicht nur die Aufgabe, die feste Nahrung in flüssige zu verwandeln, sondern auch die, die Reste der ausgesogenen Thiere wieder zu entfernen. Er kann sich vollständig durch den Mund heraus umstülpen und erscheint dann als ein langer Rüssel, dessen Spitze die nach aussen

gekehrten Borsten der Reuse bilden, in dessen Innerm der dünne Oesophagus liegt.

Besondere Muskeln, Levatores pharyngis, drei dünne Bänder steigen vom Kopfskelet divergirend vor dem Gehirn herab, um sich an die obere Schlundwand zu inseriren. (Taf. IV. Fig. 27, *mpn*). Sie erweitern durch ihre Contraction die trichterförmige Schlundöffnung, so dass nun bei gleichzeitiger Zusammenschnürung der hintern Schlundparthie durch die Ringmuskeln und bei Vordrängen des Blutes durch Contraction der Leibeswände die Vorstülpung erfolgt. Nach den Erfahrungen von Karsch[1]) und schon von Réaumur kann der Rüssel künstlich zur Ausstülpung gebracht werden durch Druck auf das Thier. Die Zurückstülpung geschieht vermuthlich zum Theil durch Zusammenziehung des aufs Aeusserste ausgedehnten Oesophagus, ausserdem aber bestehen noch besondere Rückziehmuskeln, welche vom vordern Theil des Schlundes nach dem ersten Segment hinziehen.

Von den übrigen Theilen des Tractus lässt sich wenig Besonderes melden. Hervorheben möchte ich nur, dass auch hier — wie ich dies früher schon im Allgemeinen für die Insecten angab — die Wandung des Magens und Darmes nur aus einer einzigen Lage von Zellen besteht, nicht aus mehreren. Es ist kein besonderes Epithel vorhanden, man müsste denn den ganzen Darmcanal als ein Epithelrohr ansehen, welches innen und meist auch aussen von structurloser Haut umkleidet und vom Muskelnetz umstrickt ist. Im zehnten Segment folgt der kurze, in der Ruhe Sförmig gekrümmte Darm (Fig. 1, *in*), in dessen Anfang die vier Malpighi'schen Gefässe einmünden, und sodann das Rectum (Fig. 1, *re*), welches anfänglich sehr weit, später dünner ist und am hintern Körperende, über dem Rudiment des Afterfusses und zwischen den vier lanzettlichen Kiemenblättchen ausmündet. Von den Malpighi'schen Gefässen wäre allenfalls noch anzuführen, dass ihre Intima von ganz ungemein dicken Porencanälen durchsetzt wird.

3. Circulationssystem.

In Bezug auf das Rückengefäss bin ich kaum im Stande, der Leydig'schen ausführlichen Beschreibung etwas hinzuzufügen. Bestätigen kann ich die Anwesenheit der von Leydig hier zuerst entdeckten einzelligen gestielten Klappen in der hintersten Kammer des Gefässes, die übrigens erst nach Zusatz von Essigsäure recht deutlich hervortreten. Da ich das Rückengefäss der Insecten als eine histologische Einheit, als einen einzigen Hohlmuskel auffasse, so wären dann — wie

1) A. a. O. S. 8.

bereits anderswo auseinandergesetzt wurde — diese Klappen nicht als selbstständige Zellen zu betrachten, sondern als die stärker als gewöhnlich ins Lumen vorspringenden Kerne der contractilen Substanz, was am Thatsächlichen nichts ändert.

Trotz mancher Bemühungen gelang es selbst an dieser wasserklaren Larve nicht, das vordere Ende des Rückengefässes deutlich zu erkennen. An das Gehirn sah ich es herantreten, ob es aber hier endet, oder noch tiefer in den Kopf hineinreicht, und wie es hier endet, muss unentschieden bleiben.

Das hintere Ende des Gefässes verhält sich etwas anders als es Leydig darstellt. Hier wie bei allen Larven, deren Rückengefäss ich kenne, findet sich nicht eine einfache quere Abstutzung und also eine einzige hintere Oeffnung, sondern deren zwei zu beiden Seiten eines mittleren Befestigungspunctes des Gefässes. Ein solcher wird offenbar nothwendig, wenn nicht das hintere Ende des Gefässes bei jeder Contraction nach vorn geschleudert werden soll. Er bleibt bei Systole und Diastole an derselben Stelle, während die beiden Eingänge sich nach Analogie der gewöhnlichen seitlichen Spaltöffnungen öffnen und schliessen.

4. Respirationssystem.

Den auffallendsten Theil des Athmungsapparates bilden die beiden Paare von Tracheenblasen (Fig. 1, *tr*, *tr'*), die auch den älteren Beobachtern, Lyonnet und Réaumur, bereits bekannt waren. Sie liegen im dritten und im zehnten Körpersegment, sind von nierenförmiger Gestalt und besitzen im Allgemeinen den Bau der Tracheen, wie denn auch von Leydig nachgewiesen wurde, dass ihre zipfelförmigen Enden in ein feines Tracheenstämmchen auslaufen.

Ihre physiologische Bedeutung ist indessen wohl weniger die eines Athmungs-, als die eines hydrostatischen Apparates, der allein es der Larve möglich macht, an beliebiger Stelle im Wasser sich ohne die geringste Schwimmbewegung schwebend zu erhalten. Die Larve liegt fast immer ruhig in horizontaler Richtung ausgestreckt und damit stimmt genau die bedeutendere Grösse der vordern Blasen, die geringere der hintern, da die vordern Leibesringe bedeutend voluminöser und also auch schwerer sind als die hintern. Die Tracheenblasen sind hier vorwiegend Schwimmblasen, wie sie bei dem ausgebildeten Insect Flugblasen sind. Damit soll nicht geläugnet werden, dass sie zugleich auch der Respiration dienen; da der Blutstrom sie umspült, wird nothwendig ein Gasaustausch stattfinden müssen, indessen wird hier wohl

der bei weitem grösste Theil des Athmungsprocesses durch die äussere Haut vermittelt.

Darauf deutet schon das ungemein spärliche Vorkommen von Tracheen, welche unter sich nicht einmal zusammenhängen, so dass von einem eigentlichen Tracheensystem kaum gesprochen werden kann. Stigmen fehlen gänzlich, ebenso wenig sind, wie man denken könnte, die grossen Tracheenblasen gewissermaassen Luftreservoirs zur Füllung der Luftröhrenverzweigungen, denn es besteht gar kein Zusammenhang zwischen dem unbedeutenden, von Leydig abgebildeten Ausläufer am vordern Ende jeder Blase und den übrigen Tracheen.

In jedem Segment findet sich ein Stämmchen, von denen keines mit dem zunächstgelegenen in Verbindung steht. Leydig vergleicht sehr passend die Art ihrer Ausbreitung mit einer Pfortaderverästelung: »die beiden Capillarverzweigungen eines Stämmchens liegen in verschiedenen Organen und haben den Stamm in der Mitte«.

So verhält es sich in der ausgewachsenen Larve, in dem jungen Thier fehlen lufthaltige Tracheen vollständig, ja selbst die vier Tracheenblasen sind am ersten Lebenstag noch luftleer.

Diese Thatsache steht nicht ohne Analogie da, es scheint bei den zarten im Wasser lebenden Dipterenlarven Regel zu sein, dass die Tracheen sich erst allmählich, während des Wachsthums des Thieres, füllen, so z. B. bei Chironomus, und vom teleologischen Standpunct aus lässt sich dies leicht begreifen, da die respirirende Oberfläche des Thieres während des Wachsthums im Verhältniss zum Volum desselben fortwährend abnimmt.

Zwei Umstände kommen aber bei Corethra noch besonders in Betracht. Einmal ist a priori klar, dass die Häutungen der Larve hier nicht — wie sonst doch immer — mit einer Häutung der Tracheen einhergehen: Stigmen fehlen, die Tracheenintima steht also nirgends mit dem Chitinskelet des Thieres in Continuität! — und zweitens: dass das gesammte Tracheensystem der Puppe und Mücke bereits in der jüngsten Larve in der Anlage vorhanden ist, eine Thatsache, deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil sie allein schon mit Bestimmtheit auf eine fundamentale Verschiedenheit der Tipuliden- und Muscidenmetamorphose schliessen lässt. Bei Musca steht das Luftröhrennetz der Fliege nur in sehr geringem genetischen Zusammenhang mit dem der Larve, hier dagegen lassen sich bereits in den jüngsten Larven die Längsstämme des Tracheensystems der Mücke erkennen, als ein Paar sehr feine, kaum 0,0017 Mm. dicke, blasse Stränge, an denen man bei 350facher Vergrösserung eben noch eine

Hülle und ein spaltförmiges Lumen unterscheidet. In der Hülle liegen spärlich aber regelmässig Kerne, sie verhält sich also wie die Peritonealhaut einer ausgebildeten Trachee.

Uebrigens werden nicht nur die Stämme, sondern auch die Hauptäste des Respirationsapparates der Imago schon im Ei angelegt, und bei einiger Aufmerksamkeit gelingt es auch bei ganz jungen Thieren recht wohl, einzelne von ihnen als blasse Fäden von den Stämmen aus gegen die Hypodermis hin zu verfolgen.

Ein directer Zusammenhang zwischen den Anlagen der Stämme und den grossen Tracheenblasen existirt nicht, diese sind nicht etwa Erweiterungen der Stämme, wohl aber ein indirecter durch feine, blasse Fäden, die sich zur Zeit der Verpuppung in Tracheen umwandeln.

Am ersten Lebenstag sind alle Tracheen noch luftleer, bald aber tritt an verschiedenen Stellen Luft auf, ganz unabhängig von den Tracheenblasen, offenbar nur herbeigeführt durch den Ausbildungsgrad der Intima. Während aber bei den Musciden sich zuerst die Stämme des Tracheensystems mit Luft füllen, ist es hier gerade umgekehrt und man kann häufig beobachten, dass nur die Spitzen der Verästelungen lufthaltig sind, das sie verbindende Stämmchen noch nicht. Die Intima erhärtet hier in centripetaler Richtung. Erst während das Thier wächst und einer Häutung nach der andern unterliegt, vollenden sich dann auch die Stämme und füllen sich mit Luft an, und dann bemerkt man, dass diese Stämmchen der einzelnen Segmente nicht so völlig unabhängig von einander sind, als es früher den Anschein hatte, sondern dass sie sämmtlich Seitenäste der Längsstämme sind, welche zwar noch nicht Luft enthalten, aber immer mehr anschwellen, sich histologisch ausbilden, um dann schliesslich mit dem Eintritt der Verpuppung in Function zu treten.

Wir haben also hier ein Tracheensystem, welches im Embryo bereits vollständig angelegt wird, im jungen Thier noch an keinem Punct vollendet ist, um dann ganz allmählich von verschiedenen Puncten der Peripherie her sich histologisch auszubilden und erst im Puppenzustand vollständig als ein zusammenhängendes Ganzes in Thätigkeit zu treten.

5. Nervensystem.

Das Nervensystem der Larve besteht, wie Leydig es dargestellt hat, aus oberem und unterem Schlundganglion (Fig. 1, *os*, *us*) und aus elf Bauchganglien, deren beide letzten zusammen im 10. Segment liegen (Fig. 1, $g^1 - g^{11}$). Alle stehen durch doppelte Längscommissuren in Verbindung, deren Länge von der Länge des betreffenden Segmentes abhängt, indem jedem Segment ein Ganglion entspricht. Wenn Leydig

eine complicirtere Anordnung beschreibt, so rührt diese scheinbare Differenz mit meiner Angabe daher, dass Leydig die drei ersten Körpersegmente — den späteren Thorax — als ein einziges auffasst, wie denn in der That äusserlich keine Segmenteinschnitte zu erkennen sind. Der Corethra eigenthümlich sind die sehr langen Commissuren, welche das obere und untere Schlundganglion mit einander verbinden, offenbar eine Folge der weiten, halsartigen Verbindungshaut zwischen Kopf und Körper.

Die Gestalt der Ganglien und besonders ihre relative Grösse ändert sich nicht unbedeutend im Laufe der Entwickelung.

Die Ganglienkette entwickelt sich — wie an einem andern Ort gezeigt wurde — aus der tiefen Lage der Keimwülste und besitzt demnach anfänglich eine sehr bedeutende Breite. Dem entsprechend findet man in der frisch ausgeschlüpften Larve die Ganglien noch enorm breit, sie nehmen fast drei Viertel der Breite des Segmentes ein, während im ausgewachsenen Thier höchstens ein Sechstel. Aber auch die Gestalt der Ganglien verändert sich, wie besonders am Gehirn auffallend hervortritt.

Eine jede der beiden Hemisphären zeigt sich in früher Zeit aus einer lateralen und einer medianen Portion zusammengesetzt (Taf. III. Fig. 22, *a*, *os*); diese hat die Gestalt eines senkrecht aufgehängten, dicken Blattes mit parallelen Rändern und kann als der Commissurtheil bezeichnet werden, da er direct aus der Commissur hervorgeht, jener, die eigentliche Hemisphäre, ist gewissermaassen das nach aussen umgeklappte obere Ende der medianen Portion, eine fast kuglige compacte Masse. In späterer Entwickelungsperiode bleibt kaum eine Andeutung dieser ursprünglichen Zusammensetzung übrig, beide Portionen verschmelzen mit einander. Die Gehirnnerven gehen von der lateralen Portion aus, sowohl der kurze Augennerv, als auch der Antennennerv, der von dem vorderen Zipfel des Hirns entspringt, gerade über dem Antennenmuskel nach vorne zieht, und in der Spitze der Antenne, am Grunde der Fangborsten, mit einem beträchtlichen vielzelligen Ganglion endet. Auf seinem Weg sendet er mehrere kleine Zweige nach oben zur Haut des Stirnfortsatzes, deren Ursprungsstelle und Verlauf mancherlei individuellen Abweichungen unterworfen ist (Taf. III. Fig. 23).

Von den Sinnesorganen erwähne ich zuerst die Endorgane der Tastnerven, kleine kolbige Ganglien, welche in der Hypodermis liegen und auf welchen eine lange Borste aufsitzt. Von Leydig sind diese Tastorgane zuerst gesehen und beschrieben worden und ich kann seiner Darstellung bis auf einen untergeordneten Punct, in Betreff dessen Leydig selbst inzwischen zweifelhaft geworden ist, vollkommen bei-

stimmen. Es sind die Tastborsten (Taf. I. Fig. 3—7, *tb*) einfach oder auch zierlich gefiedert, die meisten von ihnen von relativ beträchtlicher Länge, weit in das umgebende Wasser hinausragend und deshalb im Stande, »jede Veränderung in dem von ihnen beherrschten Bereiche, jede leise Berührung dem an ihrer Basis liegenden Nervenknopf anzuzeigen« (a. a. O. S. 112). Letzteres setzt voraus, dass die Borste dem Chitinskelet beweglich eingefügt ist, und das ist in der That der Fall; die Borste sitzt knopfartig verdickt in einem Grübchen der Haut und ragt mit einem kleinen Zapfen durch dieselbe hindurch. Dieser stellt den kürzeren Hebelarm vor, der durch minutiöse Ausschläge die Bewegungen des freien Theils der Borste, des langen Hebelarms, beantwortet. So ausgiebig sind aber diese Bewegungen nicht, dass es eines besondern federnden Bändchens bedürfte, wie es LEYDIG schildert, um die Borste wieder in ihre normale Lage zurückzuführen. Solche Bänder sind nicht vorhanden, wenn auch manchmal der Anschein davon durch eigenthümliche Faltungen und Streifen in der Chitinhaut sehr täuschend zu Stande kommt.

Interessant wäre es zu erfahren, ob der Nerv aus dem Ganglion in die Borste selbst hineintritt und hier erst endet. Man sollte es fast vermuthen, da die Entstehung einer solchen Borste — wenn es erlaubt ist, nach Analogie bei den Borsten der Fliege oder des Schmetterlings zu schliessen — ursprünglich einen weichen Axentheil enthielt, auf dessen Oberfläche sich das Chitin ablagerte, da dieser weiche Axentheil aber nichts anderes ist als der Fortsatz einer Hypodermiszelle, da ferner an der Basis einer Borste keine Hypodermiszelle liegt, sondern nur Nervenzellen, die Bildung der Borste also von der Ganglienzelle an ihrer Basis ausgegangen sein muss. Die Borste erscheint dann als ein Nervenendapparat auch im morphologischen Sinn und es wird wahrscheinlich, dass von den chitinabscheidenden Weichtheilen ein Stück im Innern der Borste auch später erhalten bleibt. Leider habe ich versäumt, an frisch gehäuteten Larven, bei denen die sonst bräunliche Chitinlage der Borsten noch hell und klar ist, darauf mein Augenmerk zu richten, verhält es sich aber so, dann wird man sich freilich auch eine etwas andere Vorstellung davon zu bilden haben, wie die Borste den Nerven in Thätigkeit setzt. Dann wird es nicht der ohnehin etwas rohe Druck des hin und her schwankenden Basalzapfens auf das Ganglion sein, der den primären Anstoss zur Erregung gibt, sondern die feinen Vibrationen der Borste wirken auf den in ihrem Innern endigenden Nervenfaden. Dann würde eine grosse Aehnlichkeit bestehen mit den von HENSEN[1])

1) Studien über das Gehörorgan der Decapoden. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XIII S. 319.

beschriebenen, so merkwürdigen Hörhaaren der Krebse, und die weitere Frage drängte sich auf, ob diese gefiederten Borsten der Corethra auch wirklich nur Tastempfindung vermitteln.

Dafür spräche vielleicht ihre sehr gleichmässige Vertheilung auf der ganzen Körperoberfläche. Wie Leydig bereits angibt, stehen auf jedem Segment vier bis sechs von ihnen, die dann immer von dem entsprechenden Ganglion des Segmentes aus innervirt werden. Hensen hat indessen gezeigt, dass bei vielen Crustaceen seine Hörhaare auf den allerverschiedensten Körperstellen angetroffen werden, so dass von dieser Seite her wenig gegen die Deutung als Gehörapparate einzuwenden wäre.

Ich wende mich zur Betrachtung der Gesichtsorgane.

Auch die ältesten Beobachter unserer Larve kannten bereits die mächtigen Augen als zwei schwarze Flecke an den Seiten des sonst krystallhellen Kopfes, aber erst Leydig lehrte den Bau dieser Augen kennen, entdeckte ausserdem noch ein Paar Nebenaugen, ja glaubte in einem eigenthümlichen in der Nähe dieser beiden Augen gelegenen Gebilde ein drittes, wenn auch nur rudimentäres, Sehorgan zu erkennen.

»Die Corethralarve hat vier entwickelte Augen und zwei rudimentäre. Das grössere Paar ist oval und stellt zusammengesetzte Augen ohne facettirte Hornhaut dar. Die Krystallkörperchen sind birnförmig und ragen mit ihrem abgerundeten Ende 0,004—0,006''' aus dem Pigment heraus; berücksichtigt man ihre Zusammensetzung, so unterscheidet man an ihnen eine etwas dunklere Kern- und eine hellere Rindensubstanz«. (A. a. O. S. 442.)

»Hinter jedem zusammengesetzten Auge liegt ein Nebenauge, es besteht aus einer äussern durchsichtigeren Schicht und einer innern Pigmentlage, aus welcher vorn ein Krystallkegel hervorragt. In der äussern helleren Schicht bemerkt man auch zerstreute gelbe Fettkügelchen«.

Dies die Leydig'sche Beschreibung der beiden Paare unzweifelhafter Augen, welche sich bei der ausgewachsenen Larve vorfinden. Ich erwähne noch, dass jedes derselben seinen besondern Nerv hat, die beide dicht nebeneinander von der vordern Spitze des Gehirns entspringen.

Auffallenderweise findet sich nun bei der eben aus dem Ei geschlüpften Larve nur ein einziges Augenpaar. Es ist im Verhältniss zum Kopf viel kleiner, als das Hauptauge der erwachsenen Larve, schien mir aber doch zuerst diesem und nicht dem Nebenauge zu entsprechen nach Lage wie nach histologischem Bau. Das Auge besteht aus einem rundlichen Haufen kleiner schwarzer Pig-

mentkörner, der überzogen wird von einer dicken Schicht krystallheller Gallerte (Taf. III. Fig. 22, *a* u. *b*). Diese ist stellenweise homogen (bei *k''*), an andern Stellen aber besteht sie aus einzelnen rundlichen Körpern (*k*), die sich nur durch den Besitz eines deutlichen Kernes von den Krystallkörpern des zusammengesetzten Auges der erwachsenen Larve unterscheiden. Bei starker Vergrösserung (HARTNACK $^4/_8$) bemerkt man, dass einige dieser »Krystallkegel« oder Krystallkegelzellen in eine feine Spitze auslaufen, die offenbar mit den Zellen der darübergelegenen zarten Hypodermis zusammenhängen (*k'*). Man wird zu dem — wie weiter unten klar werden wird — ganz richtigen Gedanken geführt, das Auge bilde sich aus der Hypodermis durch Vermehrung und Abschnürung ihrer Zellen. Man irrt aber, wenn man glaubt, es mit dem Hauptauge zu thun zu haben, das primäre Larvenauge ist nur das spätere Nebenauge.

Darauf deutet schon die theilweise Verschmelzung der Krystallkörper. Die Zahl isolirter, frei hervorragender Krystallkörper ist zwar in der jungen Larve noch gross (zehn bis zwölf) — manchmal glaubte ich sogar nur isolirte Kegel auf der ganzen Oberfläche des Pigmentes zu erkennen; schon nach der ersten Häutung aber beginnt die Reduction, die Zellen schmelzen zur Gallerte zusammen, bis schliesslich nur noch eine oder zwei von ihnen als gesonderte Krystallkörper übrig bleiben (Taf. IV. Fig. 26, *au'*). Dabei nimmt zugleich die lichtbrechende Gallerte als Ganzes gegenüber dem Pigment ab, und die Kerne verschwinden, es ist offenbar eine regressive Metamorphose, der das Organ unterliegt, das bisherige Hauptauge wird zum Nebenauge.

Die Entstehung des Hauptauges aber beginnt schon früh. Am zweiten Tag nach dem Ausschlüpfen wirft die Larve zum ersten Mal ihre Haut ab; am dritten oder vierten Tag zeigt sich vor dem Auge ein senkrecht gestellter, schmaler, hellgelber Streifen von schwach sichelförmiger Biegung, der hintere concave Rand scharf, der vordere verwaschen (Taf. III. Fig. 23). Er verdankt seine Entstehung einer Wucherung der Hypodermis, deren Zellen zugleich feine gelbe Pigmentkörner in sich erzeugt haben. Die Pigmentablagerung in den hinteren Zellen ist stärker und verliert sich nach vornen zu ziemlich rasch. Am hintern Rand tritt sehr bald ein schmaler aber sehr intensiv gefärbter Streifen scharf hervor, der kurze Zeit später seine Zusammensetzung aus vier rundlichen Pigmenthaufen erkennen lässt (Taf. III. Fig. 24). Diese sind nichts anderes, als bedeutend vergrösserte Hypodermiszellen. In ihrem Innern liegt eine helle Kugel, der Zellenkern, von so starkem Lichtbrechungsvermögen, dass man ihn für die erste Anlage eines Krystallkörpers zu halten versucht sein könnte; ich glaube

jedoch nicht zu irren, wenn ich die Krystallkörper von besonderen Zellen herleite, die in einfacher Schicht die Pigmentzellen bedecken. Von der Fläche erkennt man dieselben zwar nicht, wohl aber am hinteren Rand der Anschwellung, der aus dicht gestellten, etwas in die Länge gezogenen farblosen Zellen besteht, von jetzt schon auffallender Lichtbrechung und Klarheit. Ich glaube, dass ein jeder Krystallkörper aus dem Protoplasma einer Zelle hervorgeht, deren Kern sodann schwindet. Dafür spricht auch die Analogie mit der oben geschilderten Bildung des Nebenauges.

Schon beim ersten Auftreten der vier primären Pigmentzellen vertieft sich die Färbung ins Braunrothe; bald vermehrt sich das Pigment auch in den benachbarten Zellen, die pigmentirte Stelle wird immer grösser, bekommt eine halbmondförmige Gestalt und eine braunschwarze Farbe, einzelne Pigmentzellen lassen sich nicht mehr unterscheiden, wohl aber treten jetzt deutlich kleine Krystallkörper hervor (Taf. IV. Fig. 25).

Offenbar ist das Organ noch in mächtigem Wachsthum begriffen, sein vorderer Rand ist umgeben von einer breiten Zone verdickter Hypodermis, einer massiven Anhäufung sehr kleiner klarer Zellen, in denen braunes, weiter vorn gelbes, in den vordersten noch gar kein Pigment abgelagert ist. Bei tiefer Einstellung des Focus erscheint deutlich eine sehr feine radiäre Streifung, die wohl mit Sicherheit auf die Bildung der Nervenstäbe zu beziehen ist. Genauer lässt sich deren Entstehung nicht verfolgen, da bei der Kleinheit des Objectes an eine Zerlegung des Auges nicht zu denken ist, am unverletzten Thier aber die überhand nehmende Pigmentbildung alle tiefer gelegenen Theile verdeckt. Einige Zeit vor der vierten Häutung erscheint das Auge tief schwarz, bildet ein senkrecht gestelltes, längliches Oval, die Kerne in den Krystallkörpern sind verschwunden, das Organ hat seine definitive Ausbildung erreicht.

Es bleibt noch übrig anzuführen, was über die Entstehung des Augennerven beobachtet wurde. Schon an die jüngste Anlage des Auges tritt ein selbständiger Nerv von ziemlich bedeutender Dicke heran. Da er mit dem Nerven des Nebenauges einen gemeinsamen Stamm besitzt, so darf man vielleicht schliessen, dass er durch Abspaltung von diesem gebildet wurde, möglich wäre es aber auch, dass von Anfang an ein Nerv zu jener Stelle der Haut hinläuft, an welcher sich später das Auge bildet. Leider wurde ich hier, wie an manchem anderen Ort an einer endgültigen Entscheidung durch den Mangel an frischem Material gehindert, denn nachdem ich über die Bedeutung des

gelben Hypodermisstreifens vor dem Nebenauge ins Klare gekommen war, liessen sich jüngere Larven nicht mehr auftreiben.

Aus mehreren Gründen neige ich mich indessen der letzteren Ansicht zu. Einmal ist eine Spaltung des Nerven nicht möglich, ohne gleichzeitige Spaltung des Endorganes desselben, des Nebenauges, und dann spricht für eine Praeexistenz des Nerven der Modus der Augenbildung, wie er früher bei den Musciden festgestellt wurde.

Es scheint mir nicht ohne Interesse einen Vergleich zwischen diesen beiden Augenbildungen anzustellen. Ich schicke voraus, dass es sich in beiden Fällen um das Sehorgan des ausgebildeten Insectes handelt, denn das Hauptauge der Corethralarve wird direct zum Auge der Mücke und ist keineswegs bloses Larvenorgan. Die beiden Augen der Larve würden deshalb besser als Larven- und Imagoauge bezeichnet, falls dies naheliegender Missverständnisse halber durchführbar wäre. Bei den meisten (ob allen?) übrigen Larven metabolischer Insecten genügen Nebenaugen, wenn nicht etwa, wie bei den Musciden Gesichtsorgane gänzlich fehlen, und bei allen diesen Thieren bildet sich das Hauptauge erst kurz vor oder während der Verpuppung und tritt erst beim Ausschlüpfen der Imago in Thätigkeit. Corethra unterscheidet sich von seinen Verwandten durch das, wie oben gezeigt wurde, ungemein frühe Auftreten und Functioniren der Hauptaugen, nicht aber durch den Besitz von Sehorganen, die bei den Uebrigen ohne Analogon wären.

Die Bildung des Hauptauges des Corethralarve kann somit als typisch gelten für die Entwickelung des facettirten Auges aller jener Imagines, deren Larven sich sonst auf gleiche Weise entwickeln, wie Corethra.

Bei dieser Insectengruppe (wohin vor Allen die meisten Tipuliden gehören) gehen die Haupttheile des Auges aus einer Zellenmasse hervor, welche der wuchernden Hypodermis ihren Ursprung verdankt, die lichtbrechenden Theile (Cornea, Krystallkegel), die Theile, welche die Aetherschwingungen in den Nervreiz die Lichtempfindung umsetzen, die sog. Nervenstäbe und die accessorischen Augentheile, vor Allem das Pigment leiten sich von der Hypodermis ab. Bei den Musciden wurde gezeigt, dass alle diese Theile aus der »Augenscheibe« sich hervor bilden, jener schüsselförmig gewölbten, aus Zellen zusammengesetzten Membran, welche im Embryo bereits angelegt den übrigen Imaginalscheiben morphologisch gleich zu setzen ist.

Es konnte dort bis ins Detail nachgewiesen werden, wie die Zellen dieser Membran einerseits die Facetten der Cornea auf sich ablagern, während sie nach der andern Seite hin sich unter Kernvermehrung zu

den einzelnen Augenkammern gestalten. Die Augenscheibe der Musciden und die Hypodermiswucherungen der Corethra sind demnach in ihrer Bedeutung für die Bildung des Auges vollkommen gleichwerthig, sie entsprechen sich aber auch im Allgemeinen, sie sind morphologische Aequivalente, da die Augenscheibe, wie bei der Muscidenentwickelung bereits betont wurde, nichts Anderes ist, als die Hypodermis des zukünftigen Fliegenkopfes; die Zellenlage, aus welcher die Antennen durch Ausstülpung hervorgehen, stehen in Continuität mit ihr, und in späterer Zeit, wenn der Kopf gebildet werden soll, wachsen ihre Ränder in der Mittellinie zusammen und bilden den Scheitel.

Dazu kommt, um die Analogie vollständig zu machen, das ganz gleiche Verhalten des Nerven. Nicht nur, dass derselbe in beiden Fällen die gleichen Abschnitte des Auges bildet, nämlich nur die Ganglienzellenlage am Grunde der Augenkammern, sondern auch sein Vorhandensein, ehe noch mehr als eine ungeordnete Zellenanhäufung vom Auge vorhanden ist. Den Stiel der Augenscheibe bildet in der Muscidenlarve der kurze, vom Gehirn entspringende Stamm, der sich später als Nervus opticus ausweist, und dass zu der gelblichen Anschwellung der Hypodermis, welche bei Corethra zuerst die Entstehung des Auges anzeigt, bereits ein Nerv von bedeutendem Durchmesser hinzieht, wurde oben mitgetheilt. Da ist denn wohl die oben ausgesprochene Vermuthung sehr gerechtfertigt, dass hier wie bei Musca der Nerv des definitiven Auges bereits im Embryo angelegt ist, und der ganze Unterschied in der Augenbildung beider Insectengruppen reducirt sich sodann darauf, dass bei der einen die Hypodermis des Larven- und die des Imagokopfes ein und dieselbe ist (Corethra), während bei der andern (Musciden) erstere am Ende der Larvenperiode zerfällt und die Wandung des Imagokopfes eine Neubildung ist.

Somit unterscheiden wir an dem Insectenauge, wie am Auge der Wirbelthiere einen Theil, der als modificirte Haut anzusehen ist, und einen, der vom Nervencentrum ausgeht; wie dort Glaskörper, Linse und Cornea aus dem Hornblatt entstehen, so hier Facetten, Krystallkegel, Pigmentzellen, freilich auch der Nervenstab aus der Hypodermis; wie dort aus der primären Augenblase Retina und Choroidea hervorgehen, so bildet sich hier die Ganglienzellenlage am Grunde der Augenkammern vom Nervus opticus aus. Die Homologie kann indessen nur in allgemeinster Weise festgehalten werden, denn während beim Wirbelthier die Zellenlagen der Haut nur zur Bildung von Hüllen oder brechenden Medien verwandt werden, bildet sich beim Insect aus ihnen der wohl unzweifelhaft als nervös zu betrachtende Nervenstab, und während bei diesem der Nerv wirklich nur die Bildung nervöser Theile

vermittelt, geht aus der primären Augenblase des Wirbelthieres (einer Ausstülpung der vordern Hirnblase des Embryo) ausser der Retina auch die Choroidea mit dem Pigment hervor. Man kann etwa sagen, dass bei Vertebraten wie bei Arthropoden das Organ des Gesichtes durch Zusammenwirken des Nervensystems mit der Haut zu Stande kommt.

Was übrigens die Pigmenterzeugung betrifft, so verdient eine Eigenthümlichkeit der Insecten (vermuthlich aller Arthropoden) besonders bemerkt zu werden: Die allmähliche Umwandlung der Farbe des Pigmentes. Auch in den Augen von Musca und allen andern beobachteten Insecten (Schmetterlinge etc.) wird aus dem farblosen Blute nicht direct ein dunkler Farbstoff in Zellen abgelagert, sondern zuerst ein lichter, der ganz allmählich eine tiefere Färbung annimmt. Kaum irgendwo tritt diese Umwandlung in schärferen Extremen hervor, als bei dem Auge von Corethra, wo ein hellgelbes Pigment durch alle Abstufungen des Orange, Braunroth, Rothbraun, Braunschwarz etc. bis ins tiefste Schwarz übergeht. Im Gegensatz hierzu findet bei den Wirbelthieren die Ablagerung des schwarzen Augenpigmentes zwar auch allmählich statt, aber ohne Farbenwechsel; rein schwarze Körner treten in anfangs geringer, allmählich immer grösserer Zahl auf, bis fast der ganze Zelleninhalt in Pigment umgewandelt ist. An die Verhältnisse der Arthropoden erinnern dagegen manche Verfärbungen pathologischer Pigmente bei Wirbelthieren.

Kehren wir zurück zu den Sinnesorganen der Corethralarve, so bleibt hier nach Besprechung der beiden unzweifelhaften Sehorgane, des Haupt- und Nebenauges, noch das von Leydig zuerst beschriebene und von ihm als »rudimentäres Auge« bezeichnete Gebilde zu erwähnen. Es heisst darüber auf S. 442 der citirten Abhandlung: »Ausser den vier pigmentirten Augen finden sich noch nach innen und oben von den Nebenaugen zwei grössere, birnförmige Organe, die ich für verkümmerte Augen ansprechen muss. Sie weichen von den Nebenaugen dadurch ab, dass sie des schwarzen Pigmentes und der Krystallkegel entbehren, ausserdem geht zu ihnen ein Nerve, der mit dem des pigmentirten Nebenauges einem gemeinschaftlichen Stamm zugehört, ferner hat das Organ dieselben gelben Fettkügelchen, wie sein pigmentirter Nachbar und in seinem abgerundeten freien Ende erkennt man eine Anzahl conischer Vertiefungen, welche für die Aufnahme von Krystallkegeln bestimmt gewesen zu sein scheinen.

Dass ein Sinnesorgan vorliegt, kann nicht zweifelhaft sein, mir scheint aber der gemeinschaftliche Ursprung des zutretenden Nerven mit dem Augennerven zur Rechtfertigung der Deutung als Auge nicht

auszureichen, noch weniger die gelben Fettkügelchen, die ebenso auch in den Zellen der umgebenden Hypodermis vorkommen, und in dem Bau des Organs sehe ich keine Aehnlichkeit mit dem eines Auges und kann Leydig nicht beistimmen, wenn er es für ein Auge erklärt, »dem das Pigment und die Krystallkegel fehlen«, für ein blosses »Augengerüst«.

Soweit ich in die Structur des Organs einzudringen vermochte, besteht dasselbe aus einer in der Hypodermis gelegenen Rosette von 0,054 Mm. Durchmesser, gebildet aus radiär gestellten, ziemlich grossen, einen einfachen Kreis bildenden Zellen, in deren Centrum eine Lücke zu bleiben scheint, die sich spaltartig in die Tiefe fortsetzt (Taf. IV. Fig. 26, *a*). Der Nerv tritt unter allmählicher Anschwellung an die Rosette, so dass das Ganze dadurch die Gestalt eines Trichters bekommt. Die Rosettenzellen enthalten meist die von Leydig erwähnten gelben Fetttröpfchen, zuweilen liegen dieselben auch tiefer, in der Anschwellung des Nerven.

So erschien mir das Organ kurz nach seiner Bildung, später, d. h. kurz vor der Verpuppung der Larve verändert es sich etwas, die vorher kreisrunde Rosette streckt sich in die Länge und wird oval (Fig. 26, *b*), auch konnte ich dann keine centrale Höhlung oder Vertiefung mehr erkennen, das Centrum der Rosette schien durch ebensolche Zellen geschlossen, wie sie die Peripherie zusammensetzten; an allen diesen Zellen aber war der Kern verschwunden und statt dessen eigenthümlich lichtbrechende dreieckige Körperchen mit geschweiften Rändern aufgetreten.

Ich gestehe gern zu, dass diese Schilderung vom Bau des räthselhaften Organs nicht vollständig ist, wahrscheinlich stehen die einzelnen Nervenfasern in ganz bestimmten Beziehungen zu den einzelnen Zellen der Rosette, es war mir aber nicht möglich, darüber Näheres zu ermitteln.

Dass man es nun hier nicht mit einem rudimentären, d. h. nicht functionirenden Organ zu thun hat, darauf deutet sowohl die Mächtigkeit des zutretenden Nerven, — welcher die gleiche Dicke mit dem Sehnerv des Nebenauges besitzt — als auch die späte Entstehung des Organes.

Was das Letztere betrifft, so lässt es sich leicht feststellen, dass erst nach der vierten, d. h. letzten Häutung der Larve, wenn das Hauptauge längst vollständig ausgebildet ist, die Rosette sich bildet. Sie entsteht aus dem oberen Zipfel der breiten Hypodermisanschwellung, aus welcher das Hauptauge entstand, liegt also über dem Hauptauge, an der Uebergangsstelle des Kopfschildes in den Stirnfortsatz. Sobald

die Rosette sichtbar ist, gewahrt man auch den Nerven. Zu welcher Zeit er sich bildet und auf welche Weise, wurde jedoch nicht festgestellt, es sei denn, dass ein kurzer Zipfel, welcher sich vom Gehirn nach der Hypodermis des Scheitels ausspannte und der einmal bei einer jungen Larve beobachtet wurde, als Anlage des Nerven betrachtet werden darf.

Aber könnte statt eines verkümmerten Sinnesorganes nicht vielleicht die Anlage eines erst in der Imago zu voller Ausbildung gelangenden Organes vorliegen?

Ich glaube, dass es sich in der That so verhält. Zwar habe ich das Organ nach der Verpuppung nicht mehr auffinden können, die Schwierigkeit der Untersuchung und das sehr beschränkte Material, welches mir damals noch zu Gebote stand, lassen diesen Umstand indessen von geringem negativen Gewicht erscheinen. Haben wir es nun wirklich mit einem in der Bildung begriffenen Sinnesorgan der Imago zu thun, so kann dies doch keinenfalls ein Auge sein, da die Mücke keine Augen auf dem Scheitel trägt; es muss ein noch unbekanntes Sinnesorgan bei den Dipteren vorhanden sein und ich glaube nicht zu irren, wenn ich ein Analogon desselben bei den Daphniden wiederzufinden meine.

Leydig hat in dieser Crustaceenfamilie einen Nerven kennen gelehrt, der seitlich aus den Gehirnlappen entspringt um »unter der Haut des Kopfes mit einem Lager von Ganglienzellen zu enden«[1]. Die Ganglienzellen liegen — wie hier die Zellen der Rosette — stets in der Ebene der Hypodermis, bilden aber dort nicht immer ein fest zusammenschliessendes Ganzes, welches dann ebenfalls Trichterform besitzt (so bei Daphnia longispina Taf. II. Fig. 14), sondern sitzen zuweilen auch isolirt an den einzelnen Nervenfäden, wie an besonderen Stielen (bei Daphnia pulex, Taf. I. Fig. 1). Finden sich auch Unterschiede zwischen diesem unzweifelhaften Sinnesorgan der Daphniden und dem fraglichen Organ der Corethralarve — so insbesondere in der Gestalt der einzelnen Zellen und in deren mehr lockerer Gruppirung — so sind doch die Aehnlichkeiten gewiss noch weit grösser, und zu diesen gehört vor Allem auch der Ursprung des Nerven vom Gehirn, dicht an der Wurzel des Nerven vom Nebenauge (s. z. B. bei Leydig Fig. 33 auf Taf. IV und Fig. 14 auf Taf. II).

Für die physiologische Deutung des Organes weiss ich so wenig als Leydig einen bestimmten Anhaltspunct zu finden. Dem Tasten kann ein Organ wohl schwerlich dienen, welches unter der Chitindecke verborgen liegt und nicht mit Hautborsten oder stäbchenförmigen Vor-

1) Naturgeschichte der Daphniden. Tüb. 1860, S. 42.

sprüngen derselben in Verbindung steht, und aus demselben Grund kann nicht an ein Geruchsorgan gedacht werden. Es bliebe übrig ein Gehörorgan in ihm zu sehen, was dann aber auch nach einem den Arthropoden sonst fremden Typus gebaut wäre. Oder sollte es vielleicht nur bestimmte Aetherschwingungen dem Bewusstsein zuführen und so bei Daphniden und der Corethralarve ein den Wirbelthieren fremdes Sinnesorgan vorhanden sein?

Wie man sich hier auf dem Boden der Hypothese bewegt, so fast ebensosehr bei der Deutung eines andern Gebildes, welches nach meiner Auffassung nicht minder als Sinnesorgan betrachtet werden muss.

Es ist dies ein Nervenendapparat, welcher paarig in einem jeden Körpersegment vom vierten bis zehnten sich vorfindet. Auch dies Gebilde ist Leydig nicht entgangen, es ist von ihm ausführlich geschildert und abgebildet, aber für einen nur ungewöhnlich verlaufenden Tastnerven gehalten worden, nicht für ein von diesen verschiedenes Sinnesorgan (a. a. O. S. 440 und Taf. XVI. Fig. 1, *c*).

Von jedem der in den genannten Körpersegmenten gelegenen Bauchganglien gehen drei Paar Nervenstämmchen ab. Das vorderste von ihnen theilt sich sogleich wieder, um mit dem einen Ast zu Muskeln zu laufen, mit dem andern aber gerade nach aussen zu ziehen und nach kurzem Verlauf sich an einen blassen Faden anzusetzen, der sich in schräger Richtung vom Vorderrande des Segmentes zu einer dem hintern Rand nahen Hautstelle straff wie eine Saite ausspannt. Der Ansatz geschieht unter Verbreiterung zu einem mehrzelligen kleinen, dreieckigen Ganglion und der Streifen selbst erscheint in seinem dünneren vordern Theil vollkommen homogen, in seinem hintern dickeren längsstreifig.

Soweit stimmen meine Beobachtungen mit denen Leydig's ganz vollkommen überein, ebenso auch in der Deutung des vordern Theiles als eines Fadens aus »Bindesubstanz«; in der Erkenntniss des Baues aber und damit auch in der Deutung des hinteren Theiles des Stranges glaube ich etwas weiter gekommen zu sein. Bei starker Vergrösserung (und unter Anwendung eines Deckgläschens, welches Beides Leydig nicht benutzte) erkennt man, dass dieser vordere Theil nichts anderes sein kann, als ein Nervenendapparat.

»Die charakteristisch fasrige Zeichnung, die sich auf die Primitivfasern beziehen muss«, rührt von feinen stabförmigen Gebilden her, welche in einer Anzahl von vier oder fünf im Innern des Gebildes liegen und sich bis gegen dessen Ansatzpunct verfolgen lassen (Taf. III. Fig. 21). Dicht hinter dem Ganglion (*g*) beginnen sie als feine Fäden, schwellen sodann zu einem dunkelcontourirten, spindelförmigen Gebilde, wahr-

scheinlich einem Kern an, und verlaufen von da an breiter geworden mit doppelten Contouren, um schliesslich unter allmählicher Zuspitzung sich zu verlieren.

Leydig legt sich den Thatbestand so zurecht: »Der Nerv schwillt in bestimmter Entfernung vom Ganglion des Bauchstranges in ein kleines, secundäres Ganglion an, und an dieses setzt sich zu seiner Befestigung ein Faden aus Bindesubstanz, während die Fortsetzung des Nerven rechtwinklig aus dem secundären Ganglion hervorgeht und zur Haut seine Richtung nimmt« (440. 41).

Ich möchte vorziehen zu sagen: Der Nerv setzt sich mit einem Ganglion an die Basis eines eigenthümlichen Endapparates an, der frei, wie die Saite einer Harfe durch die Leibeshöhle hingespannt ist.

Der Nerv darf, wie ich glaube, nicht den an Hautborsten tretenden Nerven gleichgesetzt werden, was er aber für Empfindungen vermittelt, ist schwer zu errathen. Offenbar ist das saitenartig aufgespannte Organ sehr geeignet, durch Schallschwingungen in Vibration versetzt zu werden, und so könnte wohl an ein Hörorgan gedacht werden. Vielleicht stünde dasselbe sogar nicht so ganz ohne Analogie da, als es auf dem ersten Blick scheinen möchte. Eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Hörorgan der Acridier scheint mir nicht zu bestreiten. Auch bei diesen Heuschrecken schwillt der Nerv zu einem Ganglion an, aus welchem dann erst die nervösen Hörstäbchen hervorgehen; diese sind hier relativ weit kürzer als bei Corethra und befestigen sich an eine durch Schallschwingungen vibrirende Membran, während sie bei Corethra — falls meine Vermuthung richtig ist — direct in Schwingung versetzt werden.

Uebrigens sind diese problematischen Hörorgane der Corethralarve noch von einem andern Gesichtspunct von Interesse, indem sie meines Wissens das erste Beispiel einer gleichmässigen Wiederholung von Sinnesorganen in vielen Segmenten bilden, welches bei Arthropoden bekannt geworden ist. Das Verhalten erinnert an die Homonomie der Segmente bei den Würmern und deutet wiederum von Neuem auf die enge Verbindung beider Thiertypen hin.

6. Muskelsystem.

Die im Kopf gelegenen Muskeln wurden bei der Schilderung des Kopfes grösstentheils erwähnt; von denen der Körpermuskeln führe ich nur an, dass ihre Anordnung in den verschiedenen Segmenten die gleiche ist, sowie dass lediglich Längs- und Schrägmuskeln vorkommen. Das vollständige Fehlen von quer- oder ringförmig verlaufenden

Muskelbändern wird dadurch interessant, dass bei Puppe und Imago solche Muskeln sich finden.

Was die Histologie der Muskeln betrifft, so hat schon Leydig bemerkt, dass »im lebenden Thier die Muskeln glashell sind mit deutlicher Querstreifung« und in der That wüsste ich Denen, welche die Querstreifen für eine Leichenerscheinung erklären, kein schöneres Object zu empfehlen, um sich von der Unhaltbarkeit ihrer Ansicht zu überzeugen.

Aber auch die alte Streitfrage nach der Präexistenz der Fibrillen lässt sich hier sehr hübsch entscheiden. Für gewöhnlich zeigen die Muskeln keine Spur von Längsstreifen, erst nach dem Tod, bei Zusatz von Essigsäure etc. werden sie fibrillär; allein man kann öfters die Beobachtung machen, dass am lebenden Thier ein und derselbe Muskel bald völlig homogen erscheint mit zarter Querstreifung, bald aber aus derben Fibrillen besteht. Ja nicht selten habe ich die eine Hälfte eines Muskels fibrillär, die andere homogen gesehen, und dies hauptsächlich an jenem Muskel, welcher mächtig breit vom hintern Rand des Kopfschildes entspringt, um allmählich kegelförmig zulaufend mit kurzer Sehne sich am Oberkiefer anzuheften.

Von diesem Muskel sah ich einmal die linke Hälfte vollkommen homogen, während die rechte aus Fibrillen bestand (Taf. III. Fig. 20), eine Masse dicker, unter spitzem Winkel sich kreuzender Fasern, an denen die Querstreifung nicht deutlich mehr sich erkennen liess.

Während der Beobachtung vollführte der Muskel häufige und energische Contractionen und zwar beide Hälften, ein Beweis, dass diese fibrilläre Anordnung der contractilen Substanz nicht nothwendig den Tod des Muskels voraussetzt. Allmählich schmolzen sodann die Fibrillen in der Richtung von der Sehne her, wieder zusammen und nach einer Viertelstunde hatte der Muskel wieder seine normale, homogene Beschaffenheit angenommen.

In anderen Fällen sah ich den mittleren Theil des Muskelbauches fibrillär; und zu beiden Seiten davon homogene Substanz.

Ich glaube nun allerdings, dass in diesen Fällen die fibrilläre Spaltung durch den Druck des Deckgläschens hervorgerufen wurde, auch unterscheiden sich diese Fibrillen von den durch Reagentien bedingten durch ihre grössere Dicke und geringere Regelmässigkeit; allein die Beobachtung beweist doch unzweifelhaft, dass eine Spaltung der contractilen Substanz in der Längsrichtung auch während des Lebens vorkommen kann.

II. Die Häutung der Larve.

Es ist bereits erwähnt worden, dass schon während des Larvenlebens der Körper der Corethra geringe Umwandlungen durchmacht; der Kopf im Ganzen verändert etwas seine Gestalt, seine typischen Anhänge modeln sich etwas um, neue accessorische Anhänge treten auf. Ausserdem gehen auch an innern Theilen Veränderungen vor sich: das Tracheensystem, anfänglich noch unthätig, füllt sich mit Luft und dehnt sich aus, das zusammengesetzte Auge und das ihm benachbarte Sinnesorgan unbekannter Bedeutung bilden sich.

Die Art und Weise, wie die allmähliche Ausbildung oder auch Neubildung innerer Organe vor sich geht, wurde ebenfalls bereits geschildert und es bleibt noch übrig, auch die Vorgänge kennen zu lernen, welche die Umbildung der äusseren Körperform herbeiführen. Sie charakterisiren sich vor Allem dadurch, dass sie nicht allmählich eintreten, sondern plötzlich; Veränderungen der äusseren Gestalt können bei Insecten überhaupt nur ruckweise zu Stande kommen, bei Gelegenheit einer Häutung; ist die Chitindecke einmal erhärtet, so können neue Veränderungen erst in der nächsten Häutung eintreten.

Die Larve wirft vier Mal ihr Chitinskelet ab und zwar folgen die vier Häutungen sich rasch, die erste am zweiten Tag, die zweite am fünften, die dritte am neunten, die vierte am vierzehnten Tag[1]. Bei jeder Häutung verändert sich die äussere Gestalt, besonders der Kopfanhänge, und es ist sehr interessant zu sehen, in welcher Weise die neue gestaltgebende Zellenform unter der alten Chitindecke zu Stande kommt, besonders auch wegen der — wie wir sehen werden — ganz analogen Vorgänge bei der Bildung der Imagoanhänge.

Im Allgemeinen ist bekannt, dass kurz vor jeder Häutung sich die Hypodermis von der alten Chitindecke loslöst und etwas zurückzieht, um auf ihrer Oberfläche eine neue Chitinlage auszuscheiden; Neubildungen und Umbildungen gehen dann von der zurückgezogenen Hypodermis aus. So sieht man bei der grossen Durchsichtigkeit des Thierchens hier sehr deutlich, wie z. B. dicht vor der ersten Häutung am ganzen unteren Kopfumfang die Hypodermis sowohl in den Mandibeln, als in der Oberlippe beträchtlich absteht von der Chitindecke, und wie vor Letzterer das Büschel schilfblattähnlicher Borsten aus ihr hervorgewachsen ist, welches der jüngeren Larve noch fehlte.

Diese Borsten erscheinen als sehr blasse Bänder, noch hat sich keine neue Cuticula auf ihrer Oberfläche gebildet und sie zeigen noch

1) Diese Zeitangaben beziehen sich auf den Vorsommer.

deutlich ihre Zusammensetzung aus einer Menge sehr kleiner Zellen, sind also Auswüchse der Hypodermis, wie nach den schönen Beobachtungen HENSEN's die Borsten auf dem Panzer der höheren Krebse, nicht aber nur Auswüchse einzelner Hypodermiszellen, wie nach SEMPER[1]) die Schuppen der Lepidopteren oder wie die Borsten der Fliegen.

Besonderes Interesse verleiht den Häutungen der Corethralarve die jedesmalige Neubildung der Antennen. Hier zeigt sich nicht nur eine Loslösung der Hypodermis von der Wand der alten Antenne, sondern eine förmliche und vollständige Rückstülpung in den Hypodermisschlauch des gesammten Kopfes.

Es geht daraus mit grösster Sicherheit hervor, dass das Wachsthum nicht, wie man gemeint hat, unmittelbar nach dem Abwerfen der alten Haut und so lange die neue noch dünn und weich ist geschieht, sondern dass vor dem Häutungsact die gestaltgebende Hypodermis des Ganzen und der einzelnen Theile bis zu ihrer definitiven Grösse heranwächst.

Würde sich die Hypodermis der Antenne nur einfach loslösen und nur durch Faltenbildung ihre Oberfläche vergrössern, dabei aber innerhalb der alten Antenne liegen bleiben, so würde ihr nur ein höchst beschränktes Wachsthum möglich sein; in der That aber beträgt die Länge der Antenne nach der ersten Häutung das Vierfache der alten Antenne, und auch bei den späteren Häutungen findet sich ein ähnliches Verhältniss.

Der Vorgang verläuft hier folgendermaassen. Einige Zeit bevor sich noch Veränderungen an den Zellenlagen der übrigen Kopfanhänge zeigen, bemerkt man in der Spitze der Antenne eine bedeutende Wucherung der Hypodermis, welche das Lumen sehr verengt und allmählich gegen den Kopf hin vorschreitet. Bald erreicht sie die Basis der Antennen, geht aber von hier nicht ohne Weiteres auf die Hypodermis des Stirnfortsatzes über, sondern wächst frei nach hinten in den Kopfraum hinein, als ein cylindrischer nach hinten offener Zapfen, der doppelte Wände besitzt und als Duplicaturbildung der Hypodermis betrachtet werden muss. In seiner Richtung folgt er dem Antennennerv, über den er sich wie ein umgestülpter Handschuhfinger hinzieht. Zugleich löst sich jetzt die massig geschwellte Hypodermis aus der Spitze der Antenne los und es bildet sich nun eine wirkliche Umstülpung derselben in den Kopfraum, die ganz allmählich (Taf. IV. Fig. 25), aber so vollständig vor sich geht, dass zuletzt die Spitze des umgestülpten

1) Ueber die Bildung des Flügel, Schuppen und Haare bei den Lepidopteren. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. VIII. S. 326.

Hypodermisschlauches hinter dem Auge, dicht vor dem Gehirn liegt (Taf. III. Fig. 22, *a*).

Man kann sich den Vorgang auch so vorstellen, dass zuerst die Umstülpung an der Basis der Antenne beginnt und nun allmählich bis zur Spitze fortschreitet, also in der Weise, wie wenn man den Finger eines Handschuhes in den Körper desselben einstülpt, nur mit dem Unterschied, dass hier die Basis beginnt sich einzustülpen, ehe die Spitze sich von ihrem Ort bewegt, was natürlich nur durch selbständiges Wachsthum des Basaltheiles möglich ist; mit andern Worten: die Umstülpung ist von einem stetigen und sehr bedeutenden Wachsthum begleitet, wie ein Blick auf Fig. 22 *a* lehrt.

Es fragt sich noch, wie die Fangborsten an der Spitze der Antenne und das an ihrem Grund gelegene Ganglion sich verhalten.

Die Borsten bilden sich, wie ich glaube, nicht aus der weichen Grundlage der alten Borsten, sondern entstehen ganz neu, eben aus jener Zellenwucherung in der Spitze des Hypodermisschlauches, mit welcher der ganze Neubildungsprocess beginnt. Wenn ich einem Zweifel Raum lasse, so geschieht das nur, weil ich nie das Hervorwachsen derselben direct gesehen habe. Ich konnte sie immer erst dann wahrnehmen, wenn sie bereits eine bedeutende Länge besassen, und dies ist der Fall, noch ehe die Umstülpung des Hypodermisschlauches vollständig erfolgt ist. Sie ragen dann bis in die Spitze der alten jetzt leeren Antenne hinein, um am Schluss der Umstülpung mit dem grössten Theil ihrer Länge im Innern des umgestülpten Schlauches zu liegen und nur mit den Spitzen bis etwa in die Mitte der alten Antenne daraus hervorzuragen. Die Lagerungsverhältnisse erinnern dann sehr an die Häutungsvorgänge, wie sie Hensen[1]) von Crustaceen geschildert hat. Auch dort wird das neue Haar (Hörhaar) nicht einfach im Innern des alten »gleichsam als Abdruck« gebildet, sondern über einen Zellentubus, der mit dem grössten Theil seiner Länge in die Hypodermis zurückgestülpt ist und nur mit seiner Spitze in das alte Haar hinein ragt. Ein Unterschied läge nur darin, dass dort die neugebildete Chitinhaut bei der Häutung sich allein ausstülpt, der Zellentubus aber, über welchen sie geformt wurde, ihr nicht nachfolgt, sondern in seiner eingestülpten Lage verharrt, so dass nun ohne Weiteres die Vorbereitungen zu einer abermaligen Häutung mit abermaliger Abscheidung einer Chitinhaut beginnen können, während bei Corethra der weiche Theil der Borste in der Axe des chitinösen zurückbleibt.

Auch scheint das Ausstülpen des neugebildeten Theiles dort durch

1) A. a. O. S. 374.

andere Mittel zu geschehen als hier. HENSEN beobachtete, dass die Spitze des neuen Haares an dem Skelet des alten angeheftet ist und so diesem folgt, wenn es bei der Häutung abgestreift wird. Bei Corethra liegen die Spitzen der neuen Antennenborsten frei im Innern der alten Antenne, die Ausstülpung derselben und mit ihnen der ganzen neugebildeten Antenne muss durch eine von rückwärts her wirkende Kraft geschehen, also wohl ohne Zweifel durch den Druck des in den Kopf gepressten Blutes.

Es kommt vor, dass die Ausstülpung während dem Abwerfen nicht oder nur unvollkommen erfolgt, und dann geschieht sie auch später nicht mehr, sondern die Larve bleibt verkrüppelt und geht schliesslich an Nahrungsmangel zu Grunde. Es kann dies aber nicht als Einwurf gegen die Theorie der Ausstülpung durch Blutdruck geltend gemacht werden, da die Weichheit des neuen Chitinskeletes offenbar Vorbedingung der Ausstülpung ist, diese aber sehr rasch nach dem Abwerfen der alten Haut einer festeren Beschaffenheit der Chitindecke Platz macht, die Ausstülpung also nicht stattfinden wird, sobald sie durch irgendwelche Zufälligkeit nicht gleich im Anfang der Häutung vor sich gehen konnte.

Was schliesslich das Verhalten des Antennennerven betrifft, so sieht man ihn noch unmittelbar vor der Häutung zwischen den Spitzen der neuen Borsten hervortreten und zu dem noch ganz unveränderten Ganglion an der Basis der alten Fangborsten hinziehen. Er functionirt also bis zum letzten Augenblick unverändert fort (Fig. 22 *A*, nat).

III. Bildung der Imagotheile.

Für die Familie der Musciden wurde früher der Nachweis geführt, dass Thorax und Kopf der Fliege sammt ihren Anhängen sich aus Theilen herausbilden, welche bereits im Eie angelegt werden. Ich bezeichnete diese Theile ihrer scheibenförmigen Gestalt halber als Imaginalscheiben.

Die Bildung des Kopfes geht dort von zwei solchen Imaginalscheiben aus; an der des Thorax betheiligen sich zwölf, sechs in jeder Körperhälfte, von welchen drei die obere und drei die untere Hälfte aus sich hervorgehen lassen.

Ihre Lage im Innern der Larve ist eine fest bestimmte und zwar stehen sie mit gewissen Nerven- oder Tracheenstämmen in Verbindung und lassen sich als Wucherungen der Hüllmembran dieser Organe auffassen.

Bei den Muscidenlarven können die Imaginalscheiben nicht am lebenden Thier wahrgenommen werden, man findet sie erst, wenn man nach ihnen sucht, und auf dieses Suchen war ich geleitet worden durch die viel frühere Beobachtung ähnlicher scheibenartiger Körper bei den durchsichtigen Larven gewisser Tipuliden.

An den Larven verschiedener Arten von Chironomus und von Simulia sericea fielen mir zuerst jene Scheiben auf, welche in den drei ersten Körpersegmenten in ganz regelmässiger Anordnung unter der Haut lagen; jedem Segment kamen vier Scheiben zu, zwei obere und zwei untere; eine jede derselben schien, ganz wie es später bei den Muscidenlarven beobachtet wurde, aus einer dünnen zelligen Hülle und aus einem anfänglich gleichmässigen zelligen Inhalt zu bestehen. Einige waren unzweifelhaft mit der Peritonealhülle einer Trachee verwachsen, bei anderen konnte ein Nervenstämmchen bis zu ihnen hin verfolgt werden, wenn es auch bei der Kleinheit und immerhin mangelhaften Durchsichtigkeit der zu Gebote stehenden Thiere nicht gelang, denselben mit Sicherheit ins Innere der Scheibe, oder gar wieder aus ihr heraustreten zu sehen.

Nimmt man nun noch hinzu, dass im Laufe der Entwickelung sich in jeder dieser Thoracalscheiben der Zelleninhalt zu einem Bein oder Flügel etc. differenzirte, während der basale Theil der Zellenmasse sich zum zugehörigen Thoracalstück gestaltete, so wird der Schluss, den ich damals zog, verzeihlich erscheinen, dass nämlich die Imaginalscheiben der Tipuliden in allen wesentlichen Puncten mit denen der Musciden übereinstimmen.

Genauere Untersuchung bei der dem Studium ungleich günstigeren Corethralarve haben indessen ergeben, dass gerade in einem der wesentlichsten Puncte ein Unterschied stattfindet.

Die Imaginalscheiben liegen nämlich hier nur scheinbar im Innern der Leibeshöhle, in Wahrheit aber in der Ebene der Hypodermis, zwischen ihr und der Chitinhaut, — oder um mich deutlicher auszudrücken: sie sind Neubildungen, welche von der Hypodermis selbst ausgehen. Das, was mir früher als Hülle der Scheibe erschienen war, ist nur der Umschlagsrand der Hypodermis, welcher da entsteht, wo sich dieselbe zu einer tiefen, napfförmigen Grube einstülpt, innerhalb deren eben die Anlage des betreffenden Anhangs (Bein, Flügel etc.) hervorgesprosst ist.

Bei Corethra ist es leicht in Profilansicht sich darüber klar zu werden, dass in der That der sich bildende Anhang von aussen her lediglich von der Chitinhaut bedeckt ist, nicht von einer Zellenlage, dass er also ausserhalb der Leibeshöhle liegt; bei anderen Larven hält

es oft sehr schwer, sich davon zu überzeugen, und zwar deshalb, weil der Umschlagsrand der Hypodermis sich häufig verlängert, über den Anhang hinlagert und nur eine kleine kreisförmige Oeffnung in der Mitte frei lässt, innerhalb deren derselbe direct an die Chitindecke anstösst.

Aus dieser einfachen Beobachtung ergeben sich von selbst sehr wichtige Consequenzen. Sobald die Imaginalscheiben mit der Hypodermis in Continuität stehen, so können sie nicht selbständige Gebilde sein, wie bei den Musciden, sie sind nur eigenthümliche Umbildungen der Hypodermis, die sich zwar vollkommen abgrenzen gegen die normale Hypodermis, die aber jedenfalls eine ganz andere Entstehungsgeschichte besitzen müssen, als die Imaginalscheiben der Musciden. Weiter aber folgt daraus, dass der Thorax der Imago keine Neubildung ist, wie dort, sondern dass er direct aus der Hypodermis der entsprechenden Larvensegmente hervorgeht.

Diese aprioristischen Schlüsse werden durch die Thatsachen bestätigt.

Wenden wir uns zur specielleren Betrachtung der Entstehung und allmählichen Ausbildung der Imaginalscheiben, so ist die erste zu entscheidende Frage die nach dem Zeitpunct ihrer Entstehung.

Werden die Imaginalscheiben auch hier schon im Ei angelegt, oder entstehen sie später?

Die Antwort kann sich kurz fassen. Die Scheiben entstehen erst nach der letzten Häutung der Larve, also in der Periode, welche der Verpuppung unmittelbar vorhergeht, früher ist noch keine Spur von ihnen vorhanden.

Man kann dies mit voller Sicherheit aussprechen, da die Stellen, an welchen sie entstehen, sich auch vor ihrer Bildung schon erkennen lassen.

Ich beginne mit der Betrachtung der Neubildungen, welche den Thorax der Mücke constituiren, um dann zur Bildung des Abdomens und schliesslich zu der des Kopfes überzugehen.

1. Bildung der Thoracalanhänge.

In einer früheren kurzen Notiz über die Thoracalscheiben der Simulia sericea[1]) beschrieb ich dieselben als »helle, rundliche oder ovale kleine Scheiben, bestehend aus einer homogenen Masse sehr kleiner,

1) Ueber die Entstehung des vollendeten Insectes in Larve und Puppe. Frankfurt a/M. 1863. S. 6.

körnerartiger Zellen, nicht unähnlich den Ganglien der Larve«. So in jungen Larven; in den jüngsten fanden sie sich nicht vor. »Mit dem Wachsthum des Thieres wuchsen auch die Scheiben und zwar in viel stärkerem Verhältniss. Zugleich spaltete sich an ihnen eine dünne Rindenschicht ab, und die vorher ebene Fläche des Inhaltes begann scharfe, gewundene Furchen aufzuweisen, die allmählich an Zahl und Tiefe zunahmen, bis schliesslich die Zellenmasse in einigen Scheiben zu einer faltig zusammengelegten Membran umgewandelt war, in andern zu einem in mehr oder weniger zahlreichen Windungen spiralig aufgerollten Zellencylinder. Die Vergrösserung der Scheiben schritt zugleich so rasch vorwärts, dass dieselben von den Seiten her zusammenstiessen, die ganze Seitenwand der Segmente bedeckten, und sich sowohl in der Mittellinie des Bauches, als in der des Rückens berührten«. — »Es waren sechs Scheibenpaare, aus den ventralen Paaren bildete sich die ventrale Hälfte des Thorax mit den drei Fusspaaren, aus den dorsalen Paaren die dorsale Hälfte des Thorax mit ihren Anhängen, den Schwingern, Flügeln und einem eigenthümlichen, der Respiration der Puppe dienenden Organ, welches beim Auskriechen der Fliege abgeworfen wird«. (S. 6.)

Oben wurde bereits auf den Irrthum hingewiesen, der in der Annahme einer Hüllmembran liegt; rechnet man diesen ab, so giebt die angeführte Stelle das Thatsächliche objectiv richtig wieder. Dennoch lag dieser Schilderung eine durchaus irrige Anschauung von der Entwickelung der Gliedmaassen zu Grunde, die Anschauung, als handle es sich hier, wie bei den Musciden, um die allmähliche Differenzirung einer anfänglich gleichmässigen Zellenmasse.

Genauere Verfolgung der Tipuliden-Entwickelung an Corethra haben ergeben, dass es sich hier von Anfang an um eine einfache Ausstülpung der Hypodermis handelt, die allmählich zum Anhang auswächst, zugleich eine spiralige Lagerung annimmt, und, indem sie die Hypodermis zu einer grubenförmigen Einstülpung zurückdrängt, von dem Umschlagsrand derselben scharf wie von einer Hüllmembran umgeben wird. Von Imaginalscheiben in dem Sinn, wie bei den Musciden kann demnach hier nicht die Rede sein.

Bei Corethra werden ganz wie bei Simulia und Chironomus sechs Paar Thoracalanhänge gebildet, drei ventrale und drei dorsale. Sie entstehen in den Seitentheilen des Körpers, die zwei Anhänge eines jeden Segmentes mehr oder weniger dicht beisammen. Indessen ist es nicht allein die Hypodermis, von welcher ihre Bildung ausgeht, sondern wie bei den Imaginalscheiben der Musciden nehmen auch innere Organe Antheil daran.

Die dorsalen Anhänge des Prothorax bilden sich im Anschluss an eine Trachee, alle übrigen Anhänge stehen in inniger Beziehung zum Nervensystem. Es giebt sich dies schon dadurch kund, dass über ihnen eine oder mehrere der LEYDIG'schen Tastborsten stehen und durch sie hindurch ein Nerv zu den Borsten hinläuft. Durch diese eigenthümliche Beziehung zu bestimmten Tastborsten wird es möglich, den Ort, an dem ein Anhang sich bilden wird, schon in den jüngsten Larven mit Genauigkeit anzugeben.

Die Genesis ist bei den verschiedenen Thoracalanhängen im Wesentlichen die gleiche. Ich wähle als Beispiel das vordere Beinpaar.

Dasselbe bildet sich auf der Bauchseite des ersten Segmentes, nicht weit von der Mittellinie entfernt, zu beiden Seiten des bekanntlich weit nach hinten gerückten unteren Schlundganglion. Zu diesem steht es übrigens in keiner Beziehung, wohl aber zum ersten Bauchganglion, von welchem aus ein Nervenstämmchen direct zur Scheibe hinläuft, um drei Tastborsten zu erreichen, welche über ihr in der Chitinhaut stehen. Diese drei Borsten bezeichnen demnach genau die Ausstülpungsstelle des Anhanges.

Sie finden sich bereits in den allerjüngsten Larven vor; man sieht dann den Nerven, in der Mitte seines Verlaufes sich in drei Zweige theilen, von denen ein jeder zu einer Tastborste hinläuft und dicht unter derselben zu einem Ganglion anschwillt. Die Hypodermis der Umgebung verhält sich vollkommen normal, besteht aus einer einzigen Lage sehr blasser, relativ noch grosser Zellen.

Erst nach der vierten Häutung verändert sich dies Bild. Eine Schwellung der Hypodermis tritt ein und zwar zuerst im Umkreis der zu äusserst gelegenen, dann auch um die mittlere und zuletzt erst um die innere Borste. Die Schwellung ist schon von der Fläche wahrnehmbar, deutlicher im optischen Querschnitt, wo man erkennt, dass sie etwa das Sechsfache der normalen Dicke der Hypodermis beträgt.

Sehr bald zeigt die verdickte Stelle eine bestimmte Gestalt, sie wird eiförmig und erhält scharfe Ränder, indem sich an ihrem Umfang eine Furche bildet. Diese Furche ist der Anfang einer Einstülpung der Hypodermis, die von nun an stetig zunimmt und die Ursache ist, dass sehr bald die ursprüngliche der Chitindecke anliegende Schwellung zur Kuppe eines Zapfens wird, der aus dem Centrum einer napfförmigen Einstülpung der Hypodermis aufsteigt. Wie bei einem Vulkan der Kraterrand von dem aus seiner Tiefe hervorgestiegenen secundären Kegel durch eine tiefe kreisförmige Schlucht getrennt wird, so umgibt hier eine ovale, enge Furche die Kuppe des Zapfens. In der Flächenansicht (Taf. I. Fig. 3, *A*) hat die Neubildung jetzt schon ganz das An-

sehen eines scheibenförmigen Körpers, bestehend aus einem gleichmässig aus kleinen Zellen zusammengesetzten Kern (*k*) (der Fläche der Kuppe) und einer diesen einschliessenden Hülle (*hy'*), der ringförmig umfassenden Umschlagstelle der Hypodermis (dem Kraterrand).

Bei vorsichtigem Senken und Heben des Tubus erkennt man freilich recht wohl, was noch leichter im optischen Querschnitt klar wird (Fig. 3, *B*), dass aus einer Grube der Hypodermis sich ein hohler Zapfen ausgestülpt hat und dass in dem Lumen des Zapfens der Nerv gelegen ist.

Der Vorgang lässt sich kurz so bezeichnen: die Hypodermis stülpt sich als eine ringförmige Duplicatur in centripetaler Richtung über den Nerven hin. Indessen verhält sich der Nerv doch nicht ganz passiv bei dem Neubildungsprocess. Man bemerkt sehr leicht, dass das Lumen des Zapfens viel weiter ist als dem Querschnitt des Nerven entspricht, es erscheint im Querschnitt als ovale Höhle und enthält nicht blos den Nerven, sondern wird ausgefüllt von einer Zellenmasse, die sich in ihrem Aussehen sehr wesentlich von der der Wandung unterscheidet. Es sind grosse, helle Zellen (*zw*), mit wasserklarem Inhalt, die dicht zu einer Säule aufeinandergeschichtet sich polygonal abplatten und fast den Eindruck eines Pflanzengewebes machen. Dabei sind sie bedeutend grösser, als die sehr kleinen, rundlichen Zellen der Wandung, deren homogenes, bläuliches, stark lichtbrechendes Protoplasma die Zellengrenzen verwischt erscheinen lässt und dem Ganzen das Ansehen einer compacten Masse gibt.

Der Ursprung der Füllungszellen ist denn auch ein durchaus anderer als der der Wandungszellen; es lässt sich mit Sicherheit nachweisen, dass dieselben aus einer Wucherung des Neurilemms hervorgehen. Von dem Moment an, wo eine Nervenstrecke von der Hypodermiseinstülpung umgeben wird, beginnt das Neurilemm mächtig zu schwellen, seine Kerne vermehren sich, Zellenterritorien grenzen sich in dem gemeinschaftlichen Protoplasma um sie ab und bald liegt der Nerv in einer Schicht von Zellen, deren Selbstständigkeit sich später immer deutlicher herausstellt.

Die weitere Entwickelung des Thoracalanhangs geschieht nun so, dass der Zapfen immer mehr in die Länge wächst und sich zum Bein der Mücke ausbildet, während zugleich die grubenförmige Vertiefung der Hypodermis, aus welcher er sich erhebt, an Ausdehnung zunimmt und das Thoracalstück der »Imaginalscheibe« repräsentirt.

Das Längenwachsthum des Zapfens geschieht nur kurze Zeit hindurch in gerader Richtung gegen den Bauchstrang hin; sehr bald ist die Grenze erreicht, welche nach dieser Richtung hin nicht überschrit-

ten wird, und nun kommt die weitere Verlängerung mittelst Aufrollung in eine Spirale zu Stande. Spitze und Basis des Zapfens bilden gewissermaassen fixe Puncte, und das dazwischenliegende Stück wächst, indem es sich krümmt. Es bildet sich zuerst eine halbe und sehr bald — lange ehe das Bein seine volle Länge erreicht hat — eine ganze Spiralwindung, die natürlich nicht in einer Ebene gelegen ist, sondern von innen gegen die Haut emporsteigt.

Wie sich dabei der napfförmig eingestülpte Theil der Hypodermis verhält (nach dem oben gebrauchten Bild: die Kraterwand), ist a priori leicht ersichtlich. Je mehr der von ihrem Grund sich ausstülpende Zapfen sich zur Spirale aufrollt, je mehr diese Spirale sich in die Länge dehnt, um so grössere Dimensionen wird sie annehmen, um so flächenhafter wird sie sich ausbreiten, um so grösser wird die Aehnlichkeit der ganzen Neubildung mit einer Scheibe werden.

Um sogleich die Entwickelung der äussern Form des Anhangs zu Ende zu führen, sei kurz erwähnt, dass wenige Tage vor der Verpuppung die Neubildung ihre definitive Grösse erreicht hat. Das Bein bildet dann eine Spirale von etwas mehr als einer vollen Windung (Taf. II. Fig. 8), sein Anheftungspunct auf dem Thoracalstück ist bedeutend nach hinten gerückt, liegt jetzt dicht neben dem ersten Bauchganglion, nach vorn reicht es fast bis an den Vorderrand des Segmentes, während es in der Mittellinie mit dem entsprechenden Anhang der andern Körperhälfte zusammenstösst. Es erscheint dann als ein hohler, dünnwandiger Schlauch, in dessen Innerm bereits Muskeln, Tracheen, Sehnen zu erkennen sind. Die Wandung zeigt undeutlich die ersten Anfänge der Gliederung, und von ihrer Oberfläche hat sich eine dünne, glashelle, etwas runzlige, structurlose Haut abgehoben, die Puppenscheide. Die ventrale Fläche des Segmentes ist fast vollständig bedeckt von der Neubildung, und demnach also die gesammte Hypodermis zur Bildung des Thoracalstückes herbeigezogen, so dass damit klar wird, dass die Hypodermis der Larve vollständig in die Bildung des Imagothorax aufgeht, dass die drei ersten Segmente der Larve sich direct zum Thorax der Imago umwandeln.

Es bleibt nun noch zu entscheiden, wie sich der Nerv während dieses ganzen Entwickelungsganges verhält und weiter, wie und besonders aus welchem Baumaterial die Bildung der Gewebe im Innern des Beines zu Stande kommt.

Die Corethralarve lässt auch hierüber nicht im Unklaren. Was zuerst das Verhalten des Nerven betrifft, so steht fest, dass er bis zum Abwerfen der Larvenhaut unausgesetzt in Thätigkeit bleibt; er

versorgt nach wie vor die drei über der Scheibe der Haut eingepflanzten Tastborsten und nimmt seinen Weg zu ihnen, wie im Anfang der Scheibenbildung, durch die ganze Länge des Beines hindurch.

Es lässt sich das nachweisen, nicht sowohl durch Verfolgen seines ganzen Verlaufs im Lumen des Beinschlauchs, als vielmehr durch Controlirung seiner Ein- und Austrittsstelle. Beide bleiben während der ganzen Entwickelung vollkommen deutlich sichtbar. In jedem Stadium sieht man, wie der Nerv in der Tiefe in das Lumen eintritt, und ebenso leicht gelingt es, ihn an der Spitze des Beines austreten und in drei Zweigen zu den Tastborsten laufen zu sehen.

Ich muss hier nachholen, dass nur in der frühesten Zeit der Entwickelung, so lange das Bein noch ein kurzer, gerader Zapfen ist, die Kuppe desselben direct unter den Tastborsten liegt. In dem Maasse als der Zapfen in die Länge wächst und spiralige Lagerung annimmt, entfernen sich beide Theile von einander, die Kuppe verschiebt sich nach hinten und nimmt schliesslich eine Lage ein, die um fast den Durchmesser des Beinschlauchs hinter den Borsten sich befindet (Taf. I. Fig. 7 u. II. Fig. 15). Sobald diese Dislocation beginnt, gewahrt man, wie die Oberfläche der Kuppe sich an drei Stellen in kurze, blasse Zipfel auszieht, welche bis zur Basis der drei Tastborsten hinreichen und um so länger werden, je mehr die Entfernung zwischen beiden Puncten zunimmt. Dies sind die austretenden Nerven.

Wenn ich mich nicht getäuscht habe, so bleibt dabei das ursprüngliche Ganglion am Grunde der Borste erhalten, aber es kommt noch ein zweites hinzu an der Austrittsstelle jeder Nervenfaser aus der Spitze des Beines. Zuerst erscheint dieses letztere in Form einer kernhaltigen Anschwellung der Faser, später aber, gegen Ende der Entwickelung, erkennt man mit aller Sicherheit drei getrennt von einander in oder an der Rinde des Beinschlauchs gelegene Ganglienzellen von rundlicher Form, mit deutlichem Kern, von welchen aus der sehr feine, blasse Nervenfaden zur Borste hinläuft (Taf. II. Fig. 15). Möglich übrigens, dass diese Ganglienzellen die primären sind, welche jetzt nur die Basis ihrer Borsten verlassen haben und der Kuppe des Beines gefolgt sind. Wäre dies der Fall, so würde es zugleich die oben aufgeworfene Frage entscheiden und feststellen, dass in der That von der basalen Ganglienzelle der Tastborste noch eine Nervenfaserspitze in die Borsten selbst hineinläuft.

Die Tastnerven functioniren offenbar bis zum Moment der Verpuppung, denn wenn bereits die Puppenscheide das Bein umhüllt, sieht man sie noch durch diese hindurch ihren Weg zu der Tastborste nehmen.

Um diese Zeit gelingt es auch stellenweise, den Nerv im Innern

des Beines zu erkennen. Besonders in der Nähe der Spitze desselben treten blasse, streckenweise mit einem Kern besetzte Fäden im Lumen hervor, die sich durch ihren Zusammenhang mit den Ganglienzellen der Borsten als Nerven manifestiren. In seinem übrigen Verlauf wird der Nerv durch die inzwischen entwickelten Muskeln, Sehnen und Tracheen verdeckt, oder lässt sich doch wenigstens nicht mit Sicherheit von andern Strängen unterscheiden (Taf. I. Fig. 7, *n'*).

Was nun die Entstehung der Gewebe im Innern des Beins betrifft, so wird man vielleicht erwarten, dass von den Wandungen des Beinschlauchs aus Zellenmassen gegen das Lumen hin wuchern und auf diese Weise das Material liefern zum Aufbau der Muskeln, Sehnen, Tracheen und Nerven.

Dem ist indessen nicht so. Von der frühesten Zeit an setzt sich die Wandung scharf ab gegen das Lumen, zeigt überall eine platte, scharfe Begrenzung, nirgends lockere Vorsprünge, deutbar auf sich loslösende Zellenwucherungen (Fig. 3—7). Als histologisches Baumaterial dienen die Wucherungen des Neurilemms, von denen oben schon die Rede war.

Nur in frühester Zeit füllen diese das Lumen des Beins vollständig aus (Fig. 3, *A* u. 4, *zw*), später können sie gewissermaassen dem raschen Wachsthum des Beines nicht mehr folgen, trennen sich in verschiedene Haufen und liegen nun als locker gehäufte rundliche Gruppen, mehr oder minder das Lumen verengend hier und da der Wandung an (Fig. 7, *zw*).

Wenn das Bein beginnt, sich spiralig aufzurollen, begleiten sie den Nerven noch bis in die Spitze, und umhüllen denselben von seinem Eintritt an als eine faserig aussehende Masse zum grossen Theil spindelförmig gestalteter Bildungszellen, füllen indessen jetzt schon das Lumen nicht mehr aus, wie der optische Querschnitt lehrt.

In diese Zeit muss die Entstehung eines blassen Stranges fallen, der sichtbar wird, sobald sich das Bein etwas mehr in die Länge zieht, und der nichts anderes ist als die Sehne des letzten Tarsalgliedes. Er reicht von der Spitze bis in den mittleren Schenkel des Beines hinein und entspringt dort aus einer jener Gruppen von Bildungszellen, einem länglichen, der äussern Wand anliegenden Haufen (Fig. 7, *s* u. *zw'*).

Dieser wird später zum Muskel; ähnliche Gruppen kugliger Zellen finden sich noch an andern Stellen im Lumen des Beines, am mächtigsten im tiefen Theil der Spirale (dem spätern Trochanter und Femur) und zwar immer an ganz bestimmten Stellen, einzelne in nischenartigen Einbuchtungen der Wand, andere stark ins Lumen vorspringend, und

bei allen Individuen der nämlichen Entwickelungsstufe von der gleichen Grösse und der gleichen Form (Fig. 13, *zw*).

Die histologische Differenzirung zum Muskel lässt sich Schritt für Schritt verfolgen.

Man sieht zuerst die Oberfläche der Zellenhaufen sich ebnen, während zugleich eine regelmässige Anordnung der Zellen eintritt. Dieselben ordnen sich zu Reihen, welche schräg zur Ebene der Wandung stehen und die erste Anlage der Primitivbündel vorstellen; ein jedes Primitivbündel besteht also anfänglich aus einem Zellencylinder, wie ich dies früher auch schon angenommen habe, ohne dieses Stadium bei den Muskeln des Beines schon direct beobachtet zu haben. Freilich handelt es sich auch jetzt genau genommen nur um einen Schluss, darauf gegründet, dass kurz vor der reihenweisen Anordnung der Kerne die gesammte Masse noch aus runden Zellen bestand. Nimmt man aber meine früheren Beobachtungen über die Bildung der Flügelmuskeln bei Simulia zu Hülfe, so kann es kaum zweifelhaft erscheinen, dass auch hier einige Zeit hindurch das junge Primitivbündel aus kugligen kleinen Zellen besteht, deren Oberflächenschicht das Sarkolemma abscheidet und deren Protoplasma dann erst zu einer gemeinsamen Grundsubstanz verschmilzt. Die weitere Differenzirung geht so vor sich, wie ich es früher schon beschrieben habe. Die Kerne ordnen sich zu einer centralen Säule, während die dünne Rindenschicht sich allmählich in quergestreifte contractile Substanz umsetzt.

Auch die Entstehung der Sehne lässt sich verfolgen. Ueberall bildet sie sich aus einem Strang kugliger Zellen, die verschmelzen und in deren Axe sich sodann ein Chitinstrang ablagert.

Besonders hübsch tritt der Vorgang an den Sehnen mit einseitigem Muskelansatz hervor. Hier bleibt bei der Umwandlung des primären ungeordneten Zellenhaufens in cylindrische Zellensäulen eine dünne Schichte runder Zellen auf der Oberfläche übrig, ohne an der Bildung der Primitivbündel theilzunehmen und diese ist es, welche nachher zur Sehne zusammenschmilzt.

Auch hier lässt sich der Zeitpunct dieser Verschmelzung durch die Beobachtung nicht genau feststellen, doch ist es mehr als wahrscheinlich, dass die Verschmelzung erst nach der Constituirung zum strangförmigen Gebilde eintritt. Verhält es sich doch so bei den Sehnen und Tracheen des Muscidenembryo, und für die Tracheen lässt es sich auch bei Corethra nachweisen. In der Axe des Beines zieht sich die Anlage des Haupttracheenstämmchens hin, ein aus ziemlich fest aneinandergepressten Zellen zusammengesetzter Strang, der am Ende der Larvenentwickelung bereits eine elastische Intima einschliesst.

Eine Frage, die ich gänzlich offen lassen muss, was directe Beobachtung anbelangt, ist die nach der Bildung der Nerven in dem neu-entstandenen Bein. Ohne Zweifel werden sie sich als Zweige des vorhandenen Nervenstämmchens bilden; trotz der grossen Durchsichtigkeit der Larve hat mir aber eine Beobachtung dieser Vorgänge nicht gelingen wollen, was bei der Zartheit und geringen Grösse des Objectes nicht sehr befremden kann.

Auf den ersten Blick scheint die Annahme, der durchsetzende Nerv producire Seitenzweige zur Versorgung der neuentstehenden Gewebe, auf bedeutende theoretische Schwierigkeiten zu stossen, insofern von einem rein sensiblen Nerven Muskeläste ihren Ursprung nehmen müssten. Wenn es auch von den Physiologen jetzt erwiesen ist, dass eine Nervenfaser nach beiden Richtungen hin leitend ist und es nur von den Endapparaten abhängt, nach welcher Richtung sie im lebenden Thier factisch leitet, so könnte doch eine Umwandlung einer sensibeln in eine motorische Faser nur dann stattfinden, wenn dieselbe an beiden Enden mit neuen Apparaten in Verbindung gesetzt würde, nicht nur am peripherischen mit dem Muskel, sondern auch am centralen mit einer motorischen Ganglienzelle. Eine solche Veränderung ist aber sehr unwahrscheinlich.

Nur scheinbar haben wir es aber hier mit einem rein sensibeln Nerven zu thun, nur so lange nämlich, als der Beinzapfen noch kurz und nur das letzte Ende des Nervenstämmchens in ihm gelegen ist; später, wo er sich bis dicht vor das Bauchganglion über ihn hinschiebt, werden auch motorische Fasern mit eingeschlossen. Es ist in jüngeren Entwickelungsstadien leicht festzustellen, dass der Stamm des Nerven an der Stelle, wo er sich in die drei Hautnerven theilt, nach aussen hin einen Muskelast abgibt. Dieser muss nothwendig später in das Innere des Beines zu liegen kommen und ihm kann somit die Versorgung der neugebildeten Muskeln mit Nervenästchen zugeschrieben werden. Dass er durch das Drüberhinstülpen des Beines in seiner Thätigkeit nicht behemmt wird, lässt sich mit Sicherheit aus dem Verhalten anderer in ähnlicher Lage befindlicher Nerven schliessen. Ich werde bei der Entwickelung der Antennen zu zeigen haben, wie Nerven, auf welche die Neubildung in senkrechter Richtung hinwächst, in ihrer Lage verharren, während die wuchernden Zellenmassen sie umströmen, wie das Wasser eines Flusses ein Ankertau.

Die Entstehung und Ausbildung der beiden hintern Beinpaare (Taf. I. Fig. 1, *ums* u. *umt*) fällt in allen wesentlichen Puncten mit der des vordern Paares zusammen.

Wie dieses durch einen Nerven in Beziehung steht zu dem ersten Bauchganglion, so das mittlere zum zweiten, das hintere zum dritten Ganglion. Auch hier bildet sich die primäre Anschwellung der Hypodermis im Umkreis einiger Tastborsten.

Auch die dorsalen Anhänge der beiden hintern Thoracalsegmente bilden sich auf die gleiche Weise.

Die Anlage der Flügel findet sich gerade nach aussen von der Beinanlage desselben Segmentes und zwar ziemlich nahe an derselben.

Dass es sich auch hier um eine Ausstülpung handelt, lehrt der optische Querschnitt (Fig. 12); ob aber auch ein Nerv das Lumen derselben durchsetzt, konnte niemals endgültig entschieden werden; oft glaubte ich ihn zu erkennen, um später doch wieder an der Beobachtung irre zu werden. Die ungünstige Lage der Neubildung an der äussern Seite der Beinscheibe, sowie die Nähe der grossen Tracheenblasen, die sich häufig nach vorn verschieben und dann jede Beobachtung unmöglich machen, vereitelte stets ein sicheres Resultat. Da indessen auf der Oberfläche der Scheibe sich eine Tastborste befindet, so muss auch ein Nerv zutreten und es bleibt nur zweifelhaft, ob derselbe im Lumen hinläuft, oder — wie dies an andern Orten vorkommt — auf dem kürzesten Weg seinen Endapparat aufsucht und die Wandung des Anhangs durchsetzt.

Ein Unterschied von der Genese der Beine liegt darin, dass die Flügelanlage von Anfang an eine grössere Fläche einnimmt, der Flügel wird von Anfang an grösser angelegt als das Bein. Wenn nun kurz darauf durch Vertiefung der begrenzenden Furche zu einer Duplicatur Anhang und Thoracalstück sich differenziren, so schnürt sich der Eingang zu ersterem eng zusammen, die Flügelanlage gewinnt dadurch eine von der Zapfenform der ersten Beinanlage sehr abweichende Gestalt. Sie bildet auf dem Querschnitt ein Dreieck, dessen lange Seite der Chitinhaut anliegt, während die beiden andern sich ihr eng anschmiegen, und nur ein spaltartiges Lumen von Hammerform zwischen sich frei lassen. Die Wandungen der Ausstülpung besitzen dann die bedeutende Dicke von 0,03 Mm., während die Wand der Hypodermistasche, aus deren Grund der Anhang sich erhebt, viel dünner ist.

Die weitere Entwickelung beschränkt sich lange Zeit auf ein einfaches Wachsthum des Anhangs, von welchem zugleich ein immer grösseres Stück der Hypodermis überdeckt und mit zum Thoracalstück herbeigezogen wird. Der Flügel dehnt sich immer weiter nach hinten und gegen den Bauch hin aus, seine Wandung wird immer dünner und

am Ende der Larvenentwickelung besitzt er bereits die Lage und Gestalt, wie er sie im Wesentlichen auch während des Puppenlebens beibehält.

Um diese Zeit bemerkt man, dass das Lumen des Flügels sich stellenweise schliesst durch vorspringende Leisten, welche in radiärer Richtung auf der Innenfläche der Wandung gegen die Spitze hinlaufen und hellere Canäle zwischen sich frei lassen. Auch quere Leisten zeigen sich — kurz es bilden sich die Flügeladern durch partielle Verwachsung des obern und untern Flügelblattes.

Gewebe sind überall in dem Flügel der Insecten nur sehr spärlich vorhanden, hier fehlen sogar (wie übrigens auch bei den Musciden im Imagozustand) die Tracheen gänzlich; die Hohlräume des Flügels sind lediglich mit Blut gefüllt.

Die Anlage der Schwinger findet sich auf dem dritten Körpersegment, am meisten von allen Anhängen der Mittellinie des Rückens genähert, gerade nach aussen und oben vom dritten Bauchganglion. Theils wegen der Nähe der Tracheenblasen, theils auch wegen der eigenthümlichen Gestalt der Thoracalsegmente, die wohl eine Rückenoder Bauchlage des Thieres, nur selten aber eine Seitenlage gestattet, sind sie schwierig zu beobachten.

Doch konnten die Hauptmomente ihrer Entwickelung trotzdem festgestellt werden. Auch hier ist es der nämliche Process der Ausstülpung aus dem Centrum einer Hypodermiseinsenkung, welche den Anhang constituirt, auch hier sitzen Tastborsten über der Scheibe, auch hier werden sie von einem Nerven versorgt, der vom dritten Bauchganglion kommend durch die Axe des Anhangs hindurchläuft.

Einen eigenthümlichen Entwickelungsgang nehmen die dorsalen Anhänge des Prothorax. Sie dienen der Puppe als Respirationsorgane und zwar treten sie hier als eine Mittelform auf zwischen einfachen Stigmenhörnern, wie sie den Musciden, und zwischen wirklichen Tracheenkiemen, wie sie vielen Tipulidenpuppen zukommen.

Die Entstehung des Anhangs zeichnet sich dadurch aus, dass sie unabhängig vom Nervensystem vor sich geht. Die Rolle des Nerven wird hier von einer Trachee übernommen, die übrigens anfänglich auch nur in der Anlage vorhanden ist und erst mit der Kieme zugleich sich ausbildet, um erst mit ihrer Vollendung in Thätigkeit zu treten.

Die Kiemen werden um ein weniges später angelegt, als die übrigen Thoracalanhänge, ihr Entstehen zeigt sich an durch eine Schwel-

lung der Hypodermis an einer umschriebenen Stelle auf dem Rücken des ersten Segmentes. Nach vorn grenzt sich dieselbe sehr bald durch einen freien halbkreisförmigen Rand ab (Fig. 9, *b*, *stk*), während sie nach hinten ohne scharfe Grenze in die normale Hypodermis übergeht. Dies Bild der Flächenansicht wird erst verständlich durch die Betrachtung des optischen Querschnittes (Fig. 9, *a*). Man erkennt dann eine sehr dickwandige Ausstülpung, welche nicht, wie sonst in so frühem Stadium, sich senkrecht gegen die Haut erhebt, sondern welche sich schräg nach vorn über die Hypodermis hinlagert. Die erwähnte feine Trachee, noch luftleer und mit äusserst feiner Intima, zieht senkrecht gegen die Haut und senkt sich in die Hypodermis ein, gerade hinter der Basis der Kiemenfalte.

Die Ausstülpung besitzt zwar anfänglich ein enges Lumen (*l*), allein dasselbe vergrössert sich nicht während des weitern Wachsthums, und der Anhang erscheint daher sehr bald als ein solider Zapfen von conischer Gestalt, gebildet zum grössten Theil durch die excessive Wucherung seiner ursprünglich äussern Wand, und eine Höhlung wird dann erst secundär durch innere Spaltung erzeugt. Diese Spaltung ist eine doppelte, indem sich einmal eine peripherische Schicht als Mantel abtrennt und dann in der Axe ein centraler Canal entsteht.

Der Vorgang lässt sich interessanterweise direct beobachten. Man sieht zuerst eine Linie parallel dem Rande des soliden Zellenzapfens hinziehen, anfänglich nur schwach angedeutet, allmählich tiefer greifend und breiter. Sie zeigt keinen reinen Strich, sondern nimmt sich aus wie eine von zitteriger Hand gezogene Bleistiftlinie, verläuft in kleinen zickzackförmigen Ausweichungen, vergleichbar etwa einer Schädelnaht; es ist, als ob die Zellenmasse von beiden Seiten her auseinandergezogen würde und nun je nach dem festeren oder lockerern Zusammenhang die eine Zelle diesseits, die andere jenseits der Spalte haften bliebe. Bald glätten sich indessen die Ränder, die Spalte erweitert sich und trennt nun die äussere Zellenschicht als selbstständigen Mantel ab, der nur an der Spitze mit dem von ihm eingeschlossenen kolbigen Kern in Verbindung steht.

Jetzt erst tritt auch in der Axe der Neubildung, die zugleich Axe des Kerns ist, eine Längsspalte auf, die sich bald erweitert und nach hintenhin fortsetzt bis zu der oben erwähnten in der Hypodermis endigenden feinen Trachee. Diese Spalte wird später zum Stiel der Kieme, durch welchen sie mit der erwähnten Trachee, und durch diese mit dem gesammten Tracheensystem zusammenhängt (Fig. 10). Sie bleibt anfänglich noch fein, während die Axenspalte in der Kieme selbst sich

rasch erweitert und bald eine geräumige Höhlung darstellt, mit deren Anwachsen eine Verdünnung der Wand parallel geht. Am Schluss der Larvenentwickelung bildet das Lumen den grössten Theil des Organs, die Wandung ist zur dünnen Membran geworden (Fig. 11, *A* u. *B*), zwischen deren Elementen sich mächtige, braune Chitinstäbe eingelagert finden, und auf welcher nach aussen, scheinbar mit ihr verwachsen, in der That aber noch wie früher durch einen mit Flüssigkeit gefüllten Zwischenraum getrennt, der ebenfalls äusserst verdünnte Mantel liegt (Fig. 11, *C*). Auch auf der Oberfläche des Mantels bildet sich eine zarte Cuticula, deren stabförmige Verdickungen an den Zellengrenzen ein zierliches Netzwerk sechsseitiger Maschenräume hervorruft. Doch ist dies fast farblos und nur bei starker Vergrösserung sichtbar; das ohne Weiteres in die Augen springende polygonale Netzwerk (Fig. 11, *A* u. *B*) rührt von den viel mächtigeren Chitinstäben der eigentlichen Kiemenwand her und zeichnet sich noch durch gerade, starre Borsten aus, welche von seinen Knotenpuncten entspringen und frei ins Lumen der Kieme hineinragen (Fig. 11, *C, b*). Auch auf der Aussenfläche der Kiemenwand liegt eine Chitinschichte, so dass also drei Cuticularmembranen das Lumen umgeben. Die Kiemen besitzen jetzt eine spindelförmige Gestalt, sind von bedeutender Grösse und liegen so unter der Chitindecke der Larve, dass sie ihre Spitzen nach vorn und abwärts richten und auf der Bauchfläche den Vorderrand des ersten Segmentes erreichen (Fig. 8). Aus dieser Darstellung erkennt man leicht, dass die Unterschiede von der Bildungsweise der übrigen Thoraxanhänge, die auf den ersten Blick so wesentlich aussehen, in der That nur scheinbare sind. Denn offenbar gehen hier zwei Vorgänge gleichzeitig nebeneinander her, die Bildung einer Ausstülpung der Hypodermis (eines Segmentanhangs) und die Bildung einer Kieme im Innern dieser Ausstülpung. Letzteres geschieht durch Wucherung der Peritonealhaut einer Trachee, geht also so vor sich, wie eine jede Neubildung am Tracheensystem.

Nun geschieht aber beides, die Ausstülpung der Hypodermis und die Wucherung der Peritonealhaut, gleichzeitig, beide bilden zusammen eine einzige Zellenmasse, wie ja schon vor Beginn der Neubildung an der Stelle, wo Tracheenanlage und Hypodermis sich berührten, beide in Continuität standen. Es bildet sich also anfänglich eine gemeinsame Zellenwucherung, die theilweise der Hypodermis, theilweise der Peritonealhaut angehört, erst später aber sich voneinander trennt. Die Kiemenanlage füllt gewissermaassen anfänglich das Lumen der sich bildenden Hypodermisausstülpung vollkommen an, und es kann durchaus nicht Wunder nehmen, dass das Lumen in der Axe der Neubildung

nicht schon von vornherein auftritt, da es bei allen Tracheenröhren erst secundär entsteht.

Es sei schliesslich noch erwähnt, dass die Bildung der Thoraxanhänge bei andern im Wasser lebenden Tipuliden nach demselben Typus vor sich geht. Bei Chironomus und Simulia entsteht die primitive Anschwellung der Hypodermis um das Endganglion eines Hautnerven, und nur bei dem dorsalen Anhang des Prothorax um ein in der Haut endigendes, hier aber (bei Simulia) auch die Chitindecke perforirendes feines Tracheenästchen. Auch die Tastborsten auf den Hautganglien sind keine Eigenthümlichkeit der Corethralarve, sie finden sich auch bei Chironomus und Simulia, nur entbehren sie hier der Fiederung und sind viel kürzer.

2. Kopf der Imago.

Bei den Musciden steht der Kopf der Fliege mit seinen Anhängen in keinem genetischen Zusammenhang mit dem Kopfsegment der Larve; er entwickelt sich unabhängig von diesem aus zwei schon im Embryo angelegten scheibenförmigen Zellenhaufen, welche mittelst eines kurzen Nervenstammes dem Gehirn aufsitzen. Erst nach der Verpuppung verschmelzen diese zu einer gemeinsamen Kopfblase, die aber dann noch im Innern des neugebildeten Thorax liegt und erst am dritten Tag durch die Contraction des Abdomen nach vorn geschoben wird.

Die Bildung des Kopfes bei Corethra hat mit diesen Vorgängen kaum irgend eine Aehnlichkeit; der Kopf entsteht hier direct aus dem Kopf der Larve, und die Anhänge entwickeln sich als Hypodermisausstülpungen im Wesentlichen ganz so, wie die Anhänge des Thorax. Sehr interessant für die morphologische Deutung der Kopfanhänge der Imagines erscheint dabei der Umstand, dass sich dieselben stets in engem Anschluss an die Anhänge des Larvenkopfes bilden, und selbst, wenn diese verkümmert sind, doch aus den Rudimenten derselben sich herausentwickeln. Es ist damit die morphologische Gleichwerthigkeit der einzelnen Theile des Mückenrüssels mit den typischen Mundtheilen der Larve factisch erwiesen.

Betrachten wir zuerst die Bildung der Antennen, so bemerkt man in allen ältern Larven sehr leicht deren Anlage. Dicht vor dem Hirn liegt eine fast kuglig scheinende, blasse Zellenmasse, die in der Ansicht von oben als eine senkrecht gestellte dicke Scheibe sich ausweist, und an diese schliesst sich gerade nach vorn laufend ein dünn-

wandiger Schlauch, der unter allmählicher Verjüngung bis in den Grund der Larvenantennen hineinragt (Taf. III. Fig. 17, *at'*).

Genauere Betrachtung lehrt, dass der Schlauch aus der Mitte der äussern Fläche der Basalscheibe entspringt und dass sein Lumen unmittelbar hervorgeht aus einer geräumigen centralen Höhlung dieser Scheibe. Die Wandungen beider Theile bestehen aus sehr kleinen, blassen, bläulich schimmernden Zellen, wie wir sie schon bei den in der Bildung begriffenen Thoracalanhängen kennen gelernt haben; im Schlauch liegen sie ohne bestimmte Anordnung, in der Basalscheibe aber bilden sie eine äussere, dünnere und eine innere radiär gestreifte dickere Schicht.

Im Lumen des Schlauches verläuft ein blasser Strang, der vom Gehirn herkommt und durch einen offenen Canal der Wandung in die Basalscheibe eintritt. Die Spitze des Schlauches durchbohrt er, um frei die Antenne zu durchziehen und am Grund der Fangborsten mit einem Ganglion zu enden; der Strang ist also der Antennennerv der Larve (Fig. 17, *nat*).

Ausser diesem wird die Basalscheibe noch von oben und hinten her von einem blassen Strang durchsetzt. Im Lumen des Schlauches findet sich eine lockere, zellige Füllungsmasse, manchmal stärker, manchmal schwächer entwickelt, und bei starker Vergrösserung zeigt sich eine sehr dünne, anscheinend structurlose Haut, welche das ganze Gebilde als Hülle umgibt.

Ich gestehe, dass ich beim ersten Anblick dieser Bildung nicht sogleich im Klaren über ihre Bedeutung war; besonders schien mir die fast kuglige, mit dem Gehirn durch einen Nerven verbundene und mit auffallender radiärer Streifung versehene Basalscheibe als Anlage des facettirten Auges gelten zu können. Sie ist indessen nichts anderes als das sehr auffallend grosse, scheibenförmige Basalglied der Corethrafühler, während in dem Schlauch die übrigen Glieder desselben potentia enthalten sind.

Die Entstehung der Fühleranlage fällt in die Zeit zwischen vierter Häutung und Verpuppung und geschieht durch Duplicaturbildung der Hypodermis von der Spitze des Stirnfortsatzes aus.

Trotz nicht zu verkennender Aehnlichkeit zwischen diesem Vorgang und der bei jeder Häutung sich erneuernden Bildung der Larvenantennen zeigen sich doch sehr wesentliche Verschiedenheiten, wie schon aus der einfachen Thatsache hervorgeht, dass hier der hinterste Theil der Einstülpung nicht zur Antennenspitze wie dort, sondern zu deren Basalglied, eben jenem grossen, scheibenförmigen wird, sowie ferner daraus, dass es sich hier nicht nur um eine einfache Erweiterung

und Verlängerung eines einmal vorhandenen Hypodermisschlauchs handelt, sondern um die Bildung eines ganz neuen Organs, mit neuen Muskeln, Sehnen, Nerven und Tracheen.

Kurz nach der vierten Häutung bemerkt man eine ringförmige wulstige Wucherung der Hypodermis rund um die Spitze des Stirnfortsatzes herum, welche sehr bald sich als eine Duplicatur zu erkennen gibt (Taf. III. Fig. 18). Es entsteht ein nach vorn und hinten offener cylindrischer Schlauch mit doppelten Wänden, der den Antennennerv in sich einschliesst. An der untern Wand sind die beiden Blätter der Duplicatur von Anfang an deutlich, an der obern treten sie erst später klar hervor, indem das äussere Blatt sich nicht sogleich lostrennt von der dicht darüberliegenden normalen Hypodermis des Stirnfortsatzes. Später erst erfolgt die Trennung durch Bildung einer Längsspalte, allein auch dann nicht vollständig, sondern so, dass an dem hintern Rand der Einstülpung, also an der Uebergangsstelle des äussern in das innere Blatt eine Verbindung mit der Hypodermis des Stirnfortsatzes in Gestalt eines Bandes bestehen bleibt. Ich bezeichne dasselbe, der eigenthümlichen Rolle halber, die es bei dem Bildungsprocess der Antennen spielt, als Gubernaculum (*gb*) der Antenne. Seine Function lässt sich der des Gubernaculum testis beim Menschen vergleichen, nur dass dort durch eine Verkürzung des leitenden Bandes das Herabsteigen des Hodens in den Leistencanal bewirkt wird, hier aber das Band, ohne sich zu verkürzen, selbst beweglich ist und langsam nach hinten fortrückend der in derselben Richtung vorwachsenden Antennenanlage den Weg zeigt (Taf. III. Fig. 19, *gb*).

Während der Antennenschlauch in die Länge wächst, macht sich sehr bald ein bedeutender Unterschied zwischen dem innern und äussern Blatt bemerklich. Letzteres wird immer dünner, es scheint fast nur mechanisch in die Länge gezogen zu werden, ohne noch activ zu wachsen, während das innere Blatt dick bleibt und seine der Umschlagstelle zunächstliegende Parthie sogar bedeutend anschwillt und einen ringförmigen Wulst gerade an dem Ansatzpunct des Gubernaculum darstellt.

Wie die weitere Entwickelung lehrt, entsteht aus dem innern Blatt die Antenne selbst, aus seiner Anschwellung das Basalglied derselben, während das äussere Blatt an der Bildung der Antenne selbst gar keinen Antheil nimmt, sondern lediglich dazu bestimmt ist, die dünne, einer structurlosen Haut fast ähnliche, aber mit zerstreuten Kernen besetzte Hülle der Antennenanlage zu bilden.

Die Verdickung des innern Blattes zur Basalscheibe geschieht derart, dass die Ebene der Scheibe nicht senkrecht auf den Schlauch zu

stehen kommt, sondern schräg; wie oben erwähnt zieht ein Stück des Schlauches noch über die äussere Fläche der Scheibe hin, um sich in ihrem Centrum zu inseriren, und die frühere hintere Oeffnung kommt auf die innere Fläche zu liegen und verengt sich zugleich sehr bedeutend, so dass nur ein enger Canal offen bleibt zum Durchtritt des Nerven (Taf. IV. Fig. 27).

So verhält es sich schon, wenn das Basalglied in der Mitte zwischen der Spitze des Stirnfortsatzes und dem Gehirn angekommen ist.

Das Wachsthum der Neubildung geht übrigens nicht sehr rasch vor sich; bei einer meiner Larven vergingen von dem Beginn der Duplicaturbildung bis zur Ankunft der Basalscheibe vor dem Gehirn volle elf Tage, ein Zeitraum, welcher genügt zum Ablauf der drei ersten Häutungen der Larve.

Sobald die Antennenanlage ihre definitive Stellung eingenommen hat, lässt sich das kurz vorher noch ziemlich mächtige Gubernaculum nicht mehr erkennen, was theils von einer Schrumpfung desselben, theils wohl auch von seiner Lage dicht vor den von gelben Pigmentzellen umgebenen Levatores pharyngis herrührt; dagegen bemerkt man jetzt ausser der sehr verengten, unten und innen gelegenen Eintrittsstelle des Antennennerven noch einen zweiten Canal, der schräg nach hinten und oben die Basalscheibe durchsetzt. Dieser ist nichts anderes als ein Hautast des Antennennerven, der von der wuchernden Neubildung theilweise eingeschlossen wurde, ohne aber dadurch in seinem Verlauf irgend beeinträchtigt zu werden (vgl. Fig. 17 u. 27).

Er ist auch keineswegs der einzige Nerv, der den Antennenschlauch durchsetzt, sondern alle jene kleinen Hautäste, welche von ihm ausgehen, erleiden dasselbe Schicksal, sie werden von der wie ein Lavastrom langsam sich vorwärts wälzenden weichen Zellenmasse eingeschlossen. So z. B. der kurze Hautzweig, welcher dicht hinter der Spitze des Stirnfortsatzes vom Stamm abgeht und zu einer kleinen auf dem Gelenkhöcker eingepflanzten Tastborste (Taf. III. Fig. 18, *tb*) hinläuft.

Ich habe noch anzugeben, in welcher Weise der nach vorn offene Antennenschlauch zu einer Spitze geschlossen wird. Es geschieht dies dadurch, dass sich die Hypodermis der Larvenantenne von der Chitinhaut loslöst und langsam über den Nerven nach hinten zurückzieht. Da dieselbe die directe Fortsetzung des innern Blattes der Duplicatur ist, so bildet sie also jetzt die Spitze der aus dem innern Blatt hervorgegangenen Imagoantenne. Ganz wie bei den Larvenhäutungen, so bleibt auch hier der Antennennerv thätig bis zur Verpuppung, er endet

wie vorher mit dem Ganglion an der Basis der Fangborsten (Taf. V. Fig. 33, *nat*).

Das histologische Material zur Bildung der Muskeln, Tracheen etc. im Innern der neugebildeten Imagoantenne wird vom Neurilemm des Nerven geliefert, die ersten Stadien des Wucherungsprocesses lassen sich hier noch schöner verfolgen, als in den Anhängen des Thorax, es lässt sich vollständig sicherstellen, dass keine Zellenwucherungen von der Wand ausgehen.

Man beobachtet direct, wie schon in den jüngsten Stadien, wenn eben ein Stück des Nerven von der Einstülpung überzogen wurde, sofort das Neurilemm dieser Nervenstrecke anschwillt, seine Kerne sich vermehren und zu mehr oder weniger spindelförmigen Zellen sich umwandeln, welche bald das Lumen zum grossen Theil anfüllen (Taf. III. Fig. 18). Später gruppiren sie sich dann, ähnlich wie in dem Bein, an bestimmten Stellen der Wandung, oder bilden Längsstränge, Ersteres wohl hauptsächlich Muskelanlagen, Letzteres Tracheen (Taf. IV. Fig. 27). Die histologische Differenzirung wurde hier nicht ins Einzelne verfolgt.

Die Entstehung der Mundtheile der Mücke kommt zum Theil einfach dadurch zu Stande, dass kurz vor dem Abwerfen der Larvenhaut die Hypodermis der entsprechenden Mundtheile sich von der Chitindecke loslöst und nun gewissermaassen einem Verdichtungsprocess unterliegt, dessen Resultat eine bedeutende mit Gestaltveränderung verbundene Schrumpfung ist. So geschieht es mit den Mandibeln und der Oberlippe.

Zum andern Theil aber bedarf es einer völligen Neubildung, so bei den Maxillen und der Unterlippe, und dann geschieht dieselbe nach dem Modus, nach welchem sich die Anhänge des Thorax bilden.

Von den Maxillen selbst ist wenig zu sagen, da sie wie in der Larve, so auch in der Mücke nur in verkümmertem Zustand vorhanden sind, dort als ein den Mundeingang seitlich begrenzender unbeweglicher Wall, hier als Verbindungsstück zwischen Unter- und Oberlippe und als Träger der Taster.

Diese Letzteren nun entstehen in den als Maxillartaster gedeuteten Theilen der Larve, jenem eingliederigen Anhang, der unmittelbar hinter den Mandibeln der Aussenfläche der Maxillen ansitzt (Taf. V. Fig. 31 u. 32, mx^1). In diesem Taster läuft ein Nerv, der vermuthlich vom untern Schlundganglion herkommt und an der Basis der einfachen Endborste mit einem Ganglion endigt.

Ungefähr gleichzeitig mit der Bildung der Antennen beginnt die

Hypodermis an der Basis der Larventaster sich zu einer Duplicatur zu erheben, die nach rückwärts in die Kopfhöhle hineinwächst, indem sie sich über den Tasternerven hinstülpt. Ganz wie bei den Antennen steht demnach das innere Blatt dieser Ringfalte mit der Hypodermis des Tasters in Continuität, das äussere mit der der Maxille; ganz wie dort schwillt das innere mächtig an, während das äussere dünner bleibt. Durch Anschwellung der hintern Parthie nimmt die Neubildung schliesslich die Gestalt einer Birne an, deren Stiel — die Spitze des Tasters — fast im rechten Winkel gegen den Körper geknickt ist (Fig. 31 u. 32, *t*).

Erst nach der Verpuppung wächst der Schlauch in die Länge und schnürt sich in vier Glieder ab (Fig. 34, *t*).

Auch zur Bildung der Unterlippe erhebt sich die Hypodermis im Umkreis der Larvenunterlippe zu einer ringförmigen, nach rückwärts wuchernden Duplicatur, und zwar geschieht dies von jeder Hälfte der Unterlippe selbstständig, so zwar, dass zwei cylindrische Schläuche entstehen, die nur in der Medianlinie durch ihre äussere Wand zusammenhängen. Man kann auch sagen: es bildet sich eine taschenförmige, tiefe Einsenkung der Hypodermis und gleichzeitig eine doppelte Ausstülpung aus dem Grunde derselben.

Die Spitze der Neubildung des Rüssels ist demnach nicht gegen die Leibeshöhle gekehrt, sondern liegt, ganz wie bei dem Maxillartaster und den Beinen, unmittelbar unter der Chitindecke, ein Verhalten, worauf besonders hinzuweisen nicht überflüssig ist, da die Gestalt der Neubildung sehr leicht zu anderer Auffassung verleiten kann (Taf. V. Fig. 31 u. 32).

In Ventralansicht unterscheidet man leicht eine oberflächlich gelegene und eine tiefe Zellenmasse. Die erstere (Fig. 31 u. 32, *h*) besteht aus zwei halbkugligen, symmetrisch an den Seiten gelegenen Theilen und aus einem medianen, dünneren Verbindungsstück. Ich halte dies für die Anlage des Haustellum, welches noch in der Fliege aus seitlichen Lappen und einem Mittelstück besteht. Die tiefe Zellenmasse besitzt zusammengenommen etwa die Figur eines Kartenherzens ohne Spitze (*hy'*). Man unterscheidet ein dünnes äusseres Blatt, welches in der Mittellinie zusammenhängt, und ein viel dickeres inneres, welches sich in Gestalt zweier selbstständiger hohler Cylinder vom Boden des äussern Blattes nach vorn erhebt und nichts anderes ist, als der Stamm des Rüssels. Die beiden Cylinder setzen sich nach vorn in die Anlage des Haustellum fort und werden in späterer Zeit zu einem gemeinsamen Stamm verschmolzen. Auch hier steht die Neubildung mit einem Nerven in Beziehung; durch die Ausstülpungsstelle tritt ein Nervenstämmchen (*n*) ein, welches vom untern Schlundganglion her zu

den Tastgriffeln der Unterlippe hinzieht. In der Ventralansicht ist es schwer, über der Anlage des Haustellum ein äusseres Blatt zu erkennen; sehr wohl aber gelingt dies in der Profilansicht, wo man zugleich bemerkt, dass der Stamm der sich bildenden Unterlippe eine fast birnförmige Gestalt hat, hinten also an seiner Basis am dicksten, nach vorn dünner ist.

Auch hier kommt die Bildung von Muskeln, Tracheen etc. im Innern des neuen Organs durch Zellenwucherungen zu Stande, welche vom Neurilemm des eintretenden Nerven ausgehen.

Das zusammengesetzte Auge der Mücke ist, wie oben bereits erwähnt wurde, nichts anderes als das Hauptauge der Larve, welches mit ganz geringen Veränderungen in die Imago übergeht, ein Vorkommen, welches wohl ohne Analogon bei den metabolischen Insecten sein möchte. Die Augen der Larve entbehren einer besondern Hornhaut, die Krystallkegel werden von den gewöhnlichen Hautschichten bedeckt. Die stark gewölbten Facetten der Imagocornea entstehen offenbar auf dieselbe Weise wie der gesammte Chitinpanzer des Insects, d. h. sie werden von den Zellen der Hypodermis ausgeschieden, ganz wie dies auch bei Musca der Fall ist.

3. Hinterleib der Imago.

Im Ganzen ist die Bildung des Mückenabdomens ein äusserst einfacher Vorgang: die betreffenden Segmente der Larve scheiden wie bei jeder Larvenhäutung eine neue Chitinschicht auf ihrer Oberfläche aus und wandeln sich ganz direct in die Hinterleibsringe der Puppe, und bei abermaliger Häutung in die der Imago um. Es finden sich indessen auch Fortsätze am Abdomen der Puppe und Imago, deren Bildungsweise eine kurze Betrachtung verdient, und ausserdem zeigen sich ganz eigenthümliche Veränderungen der Hypodermislage sämmtlicher Abdominalsegmente und auch diese verlangen ein näheres Eingehen.

Zunächst von den Fortsätzen, welche an Abdominalsegmenten vorkommen.

Bei der Puppe finden sich deren zwei Paare, bei der Imago nur eines, beide sitzen dem hinteren Körperende an.

Von allen Beobachtern wird des eigenthümlichen, der Flosse eines Krebsschwanzes nicht unähnlichen Ruders gedacht, welches das hintere Körperende der Puppe auszeichnet (Taf. I. Fig. 2). Die Beobachtung

lehrt, dass dasselbe schon in früher Zeit in der Larve angelegt wird, nämlich kurz nach der vierten Häutung, dass es also gleichzeitig mit den Anhängen des Thorax entsteht und mit ihnen gleiche Bildungsgeschichte besitzt. Es ist wie jene eine paarige Ausstülpung der Hypodermis, die dem Rückentheil des vorletzten Larvensegmentes angehört. Die beiden Flossen müssen als die dorsalen Anhänge des Segmentes betrachtet werden, ein directer Beweis dass bei den Insecten nicht nur die Thoracalsegmente Rückengliedmaassen hervorzubringen im Stande sind.

Ihre Entstehung beginnt mit einer Schwellung der Hypodermis im Umkreis einer Tastborste, welche auf dem Rücken des vorletzten (elften) Segmentes, ziemlich entfernt von der Mittellinie eingepflanzt ist und zu welcher ein Nerv aus dem letzten Bauchganglion hinzieht. Die Anschwellung ist zuerst ringförmig, eine ziemlich dicke, flache Scheibe, sodann aber wächst sie, indem sie zugleich zur Ausstülpung wird, besonders in der Richtung nach vorn und gegen die Mittellinie hin, und stellt bald einen breiten, dreieckigen Lappen dar, dessen Basis nach vorn, dessen Spitze nach hinten gerichtet ist. Von einer die Ausstülpung begleitenden Einsenkung der Hypodermis kann hier kaum die Rede sein, da die Ausstülpung von Anfang an sehr glatt ist und ihre dünnen Wandungen dicht aufeinander liegen, sie also nur um Weniges die darunter liegende Hypodermisschicht von der Chitindecke wegdrängt.

Später verwachsen die beiden Blätter vollständig miteinander, es bilden sich in jeder der beiden Flossen drei starke Rippen, ähnlich den Flügelrippen, von denen zwei den Rand einnehmen, die dritte die Flosse halbirt, und beim Abwerfen der Larvenhaut braucht dann der neugebildete Anhang blos nach hinten umzuklappen, um das Steuerruder der Puppe herzustellen.

Dass diese Anhänge nicht in den Imagozustand mit herüber genommen werden, bedarf kaum der Erwähnung. Anders aber verhält es sich in dieser Hinsicht mit dem zweiten Paar von Anhängen, welche das Hinterende der Puppe auszeichnen.

Zwischen den beiden Flossen des Steuerruders sitzen paarige schmale Blättchen, welche mit ihrem inneren geraden Rande sich in der Mittellinie berühren (Fig. 2). Bei der männlichen Puppe sind sie lanzettlich und enden mit scharfer Spitze, bei der weiblichen zeigen sie sich kürzer, breiter und an der Spitze abgerundet.

Leider hat sich meine Aufmerksamkeit der Entstehungsgeschichte dieser Theile erst dann zugewandt, als das Beobachtungsmaterial anfing auszugehen, dieselbe ist daher unvollkommener geblieben, als es wün-

schenswerth wäre. Dennoch glaube ich den Punct, auf welchen es hier vor Allem ankommt, mit Sicherheit entscheiden zu können und festzustellen, dass diese lanzettlichen Blättchen nicht etwa Reste des zwölften Segmentes sind, sondern Anhänge des elften, und zwar ventrale.

Ganz abgesehen von ihrer Gestalt und Anheftungsweise spricht für diese Auffassung ihre Entstehung als Ausstülpungen der Hypodermis.

An der Bauchseite des vorletzten Segmentes, gerade vor der Wurzel des Larvensteuers bemerkt man bei ausgewachsenen Larven zu beiden Seiten der Mittellinie helle, seitlich in Zipfel ausgezogene, dickwandige Schläuche, die in Aussehen und kleinzelliger Zusammensetzung ganz an die übrigen in der Bildung begriffenen Anhänge erinnern. Wenn ihre Identität mit den lanzettlichen Anhängen der Puppe auch nicht direct beobachtet wurde, so kann es doch kaum zweifelhaft scheinen, dass sie sich zu denselben entwickeln, da sowohl ihre Lage genau passt, als auch anderweitige Anhänge, in die sie sich etwa umwandeln könnten, fehlen.

In den lanzettlichen Blättchen der Puppe entwickeln sich die äusseren Geschlechtstheile der Corethramücke, die sogenannte Genitalbewaffnung (»armure génitale, Lacaze-Duthiers), und zwar beim Männchen zweigliederige Zangen, beim Weibchen blattförmige Organe, die vermuthlich bei der Eierablage thätig sind. Auch diese Theile sind somit als Ventralanhänge des dem elften Larvensegment entsprechenden achten Abdominalsegmentes zu betrachten.

Das hätte nichts Auffallendes, wenn nicht seit den vortrefflichen Arbeiten von Lacaze-Duthiers sich wunderbarerweise die Ansicht verbreitet hätte, als seien die verschiedenartigen Gebilde, welche als Zangen, Legebohrer, Giftstachel etc. die Genitalbewaffnung der Insecten ausmachen, nicht als Anhänge, sondern als modificirte Segmente anzusehen. Auch ich theilte früher diese Ansicht, durch unsere Handbücher verführt, bis mich vorstehende Beobachtungen an Corethra lehrten, dass dem nicht so ist, dass auch typische Anhänge in die Bildung dieser Theile eingehen können.

Lacaze wusste dies übrigens sehr gut und betonte es ganz ausdrücklich. Nach seiner Ansicht wird die Genitalbewaffnung in ihrer vollendetsten (d. h. complicirtesten) Form durch vollständige Zooniten gebildet, d. h. aus einem mit dorsalen und ventralen Anhängen versehenen Segment (— »les zoonites des Articulés se composent de pièces fondamentales et d'appendices« S. 225). Zum Ueberfluss vergleicht er noch die Nadel des Legebohrers mit den Flügeln der Thoracalsegmente, die Stachelscheiden mit den Beinen derselben und zeigt dann weiter,

wie zwischen dieser complicirtesten Form des Genitalapparates und der einfachsten, nur aus einem Tergal- und Sternalstück bestehenden eine Menge von Uebergangsformen sich vorfinden »où l'on voit successivement disparaitre les pièces secondaires, latérales, appendiculaires« (S. 227). Von den zehn Stücken, welche den complicirten Apparat zusammensetzen und von welchen sechs dem Segment angehören, vier die Anhänge repräsentiren, schwindet eines nach dem andern, bis schliesslich nur noch zwei übrig bleiben. Lacaze-Duthiers gründete bekanntlich die morphologische Deutung dieser einzelnen Stücke nur auf die Vergleichung des Apparates bei einer grossen Reihe von Insecten, er führte nicht etwa direct auf genetischem Wege den Nachweis, dass gewisse Segmente der Larve sich später in die Genitalbewaffnung umwandeln. In den meisten Fällen wird dies auch gar nicht möglich sein, wie mir selbst früher ein derartiger Versuch misslungen ist. Bei den Musciden, deren Legröhre unzweifelhaft aus einer Anzahl von Abdominalsegmenten zusammengesetzt wird, findet kein directer Uebergang der Larvensegmente in die der Imago statt, sondern letztere sind Neubildungen. Um so interessanter schien mir der eben geschilderte Ursprung der Genitalbewaffnung bei Corethra.

Es folgt übrigens aus dieser Ursprungsweise noch eine andere nicht ganz unwichtige Thatsache, dass nämlich der Hinterleib der Corethra nur aus acht Segmenten besteht und sich auf keine Weise die als normal betrachteten elf herausrechnen lassen. Auch hierin scheint Lacaze Recht zu haben, wenn er zwar die höchste vorkommende Segmentezahl elf als die ursprüngliche annimmt, aber einfach zugiebt, dass ein Schwinden bis auf acht Segmente vorkommt (S. 229).

Was nun die oben erwähnten auffallenden Veränderungen an der Hypodermis sämmtlicher Abdominalsegmente betrifft, so bestehen dieselben in einer sehr bedeutenden Verdickung der sonst in einfacher Lage vorhandenen Zellenschicht. Dieselbe beginnt manchmal erst zwei Tage vor der Verpuppung, oft aber auch viel früher, und zeigt sich anfänglich als eine gleichmässige Lage von etwa 0,025 Mm. Dicke. Sie beschränkt sich nicht auf einzelne Stellen, sondern bildet sich im ganzen Umfang des Segmentes, um nur gegen den vorderen und hinteren Rand abzuschwellen und auf der Verbindungshaut zwischen zwei Segmenten in normale Hypodermis überzugehen.

In den meisten Fällen bleibt es nicht bei dieser gleichmässigen Verdickung, sondern es entstehen unregelmässige Wucherungen, dicke, conische Zapfen, oder warzenförmige Vorsprünge, oder gestielte Kolben oder auch kürzere, zinnenartige Fortsätze, welche alle frei in die Leibes-

höhle hineinhängen und alle aus denselben Zellen bestehen, aus welchen auch die normale Hypodermis (Taf. II. Fig. 16) besteht.

Es fragt sich, was diese Bildungen von so seltsamem Aussehen bedeuten.

Ich muss gestehen, dass mein erster Gedanke auf Neubildung von Muskeln gerichtet war; es zeigte sich aber bald, dass Muskeln überhaupt nur sehr wenige neu entstehen und diese wenigen nach einem ganz anderen Modus.

Die Wucherungen sind nichts anderes als die Vorbereitung zur Bildung der Haare und Borsten, welche den Körper der Mücke dicht überziehen, während sie bei Puppe und Larve, die wenigen zerstreuten Tastborsten abgerechnet, ganz fehlen. Bei den Dipteren, wie nach Semper bei den Schmetterlingen, sind die Borsten, Haare und Schuppen der Körperoberfläche Zellenauswüchse; eine jede Borste setzt eine Zelle voraus, welche ihren Fortsatz durch die oberste Lage der hier geschichteten Hypodermis nach aussen schickt; die dichte Behaarung der Haut verlangt also eine zellige Matrix von bedeutender Mächtigkeit und diese ist es, welche durch die seltsamen Wucherungen der Larven-Hypodermis geschaffen wird.

Die Form dieser Wucherungen scheint dabei ganz Nebensache zu sein, sehr häufig entstehen überhaupt gar keine Vorsprünge, sondern die Verdickung bleibt von vornherein gleichmässig; immer aber wird sie es nach der Verpuppung. Auch an solchen Larven, welche zinnenartige Wucherungen gezeigt hatten, fand ich dieselben nach der Verpuppung verstrichen und zu einer gleichmässigen Schichte ausgebreitet.

4. Geschlechtsdrüsen.

Dass die Anlage der Fortpflanzungsorgane in der erwachsenen Larve vorhanden sind, war bereits Leydig bekannt, der einen im »8. Körpersegment« gelegenen »paarigen ovalen Körper« kurz erwähnt (a. a. O. S. 449), ohne dass indessen eine nähere Verfolgung gerade dieser Verhältnisse damals in seiner Absicht liegen konnte.

In der That zeigen sich die Anlagen der Geschlechtsdrüsen bei allen Larven sehr deutlich und bei einigermaassen herangewachsenen Individuen lässt sich auch der Unterschied der Geschlechter aus der Gestalt und dem feineren Bau dieser Drüsen mit Leichtigkeit erkennen.

Von besonderer Wichtigkeit scheint die Feststellung der Thatsache, dass auch hier wie bei den Musciden die Geschlechtsdrü-

sen bereits im Ei angelegt werden. Offenbar hat dieser Satz für alle Insecten Gültigkeit[1]).

In frisch aus dem Ei geschlüpften Corethra-Lärvchen liegen dieselben bereits an der Stelle, wo man sie auch später vorfindet, am Rücken des neunten Segmentes, ziemlich entfernt von der Mittellinie, kleine rundliche Gebilde, welche nach vorn wie nach hinten in einen feinen blassen Faden auslaufen, mittelst dessen sie an der Leibeswand befestigt sind (Taf. IV. Fig. 28 *A*). Der vordere heftet sich an den Vorderrand des neunten Segmentes, der hintere lässt sich bis gegen das Ende des folgenden Segmentes verfolgen, ohne dass sein Anheftungspunct klar hervorträte. Eine jede Drüse besteht nur aus sehr wenigen kugligen Zellen mit blassem Kern, welche dicht aneinandergedrängt eine compacte Masse von 0,034 Mm. Länge bilden und noch keine Hülle erkennen lassen. Diese tritt etwas später erst hervor als eine feine, structurlose Haut, eine Cuticularbildung, wie sie früher schon an den gleichen Organanlagen von Musca und Sarcophaga nachgewiesen wurde.

Interessant ist, dass um diese Zeit der Geschlechtsunterschied noch durchaus nicht ausgesprochen ist; bis dicht vor der zweiten Häutung behalten die Drüsen vollkommen die frühere Gestalt, sie verlängern sich nur bis auf 0,063 Mm., eine Massenzunahme, welche durch Vermehrung der constituirenden Zellen erreicht wird.

Erst nach überstandener vierter Häutung treten die Geschlechtsunterschiede markirt hervor, und dicht vor der Verpuppung haben die Organe beinahe ihre ausgebildete Structur erreicht.

Die Hoden bilden dann blasse, spindelförmige Körper von unregelmässig höckriger Oberfläche (Taf. IV. Fig. 30). Sie sind zusammengesetzt aus einer ziemlichen Anzahl sehr grosser rundlicher Mutterzellen, deren jede eine Menge von Tochterzellen enthält. Letztere produciren den Samen und zwar scheinen die Samenfäden, wie auch bei Musca wahrscheinlich wurde, durch Vermittelung von Kernen zu Stande zu kommen. Man bemerkt deren eine Anzahl, zwar schwierig, aber

1) Einen weiteren Beleg für diese Behauptung bilden die Eierstöcke jener ammenden Cecidomyienlarven, bei welchen sie der erste Entdecker, Wagner in Kasan, zwar übersehen, spätere Untersucher aber mit Sicherheit nachgewiesen haben. Mein verehrter Freund, Hr. Prof. Leuckart demonstrirte mir dieselben in Gemeinschaft mit Hrn. Mecznikow bereits im März dieses Jahres (1865), und mich überraschte diese Entdeckung um so weniger, als ich noch kurz vorher gegen Hrn. Prof. v. Siebold die Ueberzeugung ausgesprochen hatte, dass auch hier, wie überall bei den Insecten, Anlagen von Geschlechtsorganen vorhanden sein müssten.

doch sicher im Innern der Tochterzellen. Ausser den Mutterzellen und der cuticularen Hülle gehen keine weiteren Elemente in die Structur des Hodens ein, von einem Epithel oder überhaupt von der gewöhnlichen Structur einer Drüse ist nichts zu sehen. Sobald der Samen gebildet ist, schwinden die Membranen der Mutterzellen, später auch die der Tochterzellen, und man hat nur noch freie Samenmasse innerhalb einer structurlosen Kapsel.

Dass die grossen Mutterzellen aus den primären, indifferenten Zellen der Drüsenanlage hervorgehen, kann kaum einem Zweifel unterliegen; direct beobachtet wurde es nicht, und ebensowenig die Art, wie aus den primären Zellen der Eierstocksanlage sich allmählich die Ovarialröhren herausbilden. Für beide histologischen Vorgänge möchte ich auf die Beobachtung der entsprechenden Processe bei Musca hinweisen dürfen[1]).

Während dort im Hoden sich die primären Zellen durch endogene Zellbildung in Mutterzellen umbilden, geht die Vermehrung der indifferenten Zellen des Eierstockes lange Zeit fort, ohne dass sich eine Gruppirung innerhalb des gleichmässigen Zellenklumpens erkennen liesse, und erst wenn eine bedeutende Masse von Zellen angehäuft ist, bilden sich Ovarialröhren, als cylindrische, mit Cuticula überzogene Zellensäulen, in denen dann secundär eine Abschnürung in Eikammern und eine Differenzirung des zelligen Kammerinhaltes in epithel- und in eibildende Zellen stattfindet.

Offenbar macht der Eierstock bei Corethra den gleichen Bildungsgang durch, wenn er auch in seiner äussern Form sehr von dem der Musciden abweicht. In der ausgewachsenen Larve erscheinen die Ovarien als zwei lange, vom zehnten bis an den vorderen Rand des neunten Segmentes reichende cylindrische Körper, an welchen am lebenden Thier auch bei starker Vergrösserung nichts zu erkennen ist, als viele grosse blasse Kugeln von 0,08 Mm. Dicke (Taf. IV. Fig. 29, *oo*). Die Präparation ergiebt dann, dass diese der untersten Eikammer je einer Eiröhre entsprechen, an welcher bei scharfer Vergrösserung das kleinzellige Epithel und die grösseren eibildenden Zellen (Dotterzellen und Keimbläschenzelle) zu unterscheiden sind (Fig. 29, *B*). Letztere enthalten dann noch keinen Dotter, nur wenige grössere Fetttropfen.

Dass die zweite und dritte Kammer der Eiröhren ohne Präparation nicht sichtbar sind, liegt an ihrer im Verhältniss zur ersten Kammer auffallenden Kleinheit. Sie sind vorhanden und der unermüdliche

1) Entwickelung der Dipteren, S. 205 etc.

Zergliederer der Insecten, Léon Dufour[1]), hat sie übersehen, wenn er bei der verwandten Culex von »gaines ovigères uniloculaires« spricht. Noch bei der frisch ausgeschlüpften Imago fand ich diesen auffallenden Unterschied in der Entwickelung der Kammern. Während die unterste von ihnen 0,53 Mm. in der Länge maass und ein beinah ausgebildetes Ei enthielt, betrug die zweite nur 0,07 Mm. in der Länge und die dritte bildete nur einen kurzen Zipfel an der oberen Wand der zweiten.

Ueber die Bildung der Ausführungsgänge und der accessorischen Apparate besitze ich keine Beobachtung, erstere entstehen wohl sicher, wie dies auch Leydig bereits vermuthet hat, aus dem hinteren fixirenden Band.

5. Muskeln der Imago.

Dass die Geschlechtsdrüsen während des Larvenlebens bereits vorhanden sind, war längst bekannt; dass sie schon im Ei angelegt werden, musste nach meinen Erfahrungen an Musciden, nach denen Herold's[2]) an Schmetterlingen erwartet werden und Niemand wird davon überrascht sein. Dass dagegen auch die der Imago eigenthümlichen Muskeln, vor allen die die Flügel bewegenden Thoracalmuskeln schon im Embryo angelegt werden, war gewiss um so weniger zu vermuthen, als ja bei den Musciden erst lange nach der Verpuppung durch den Zerfall des Fettkörpers und die Bildung von Körnchenkugeln der Grund zu ihrer Entstehung gelegt wird.

Es ist leicht, die in Grösse wie in histologischer Structur fast vollendeten Thoraxmuskeln in der ausgewachsenen Larve zu erkennen. Sie stechen durch ihre gelbe Farbe auffallend von den glashellen, farblosen Larvenmuskeln ab.

Man unterscheidet zwei Hauptzüge solcher Muskeln, einmal solche, welche die Brust von oben nach unten zusammendrücken, am Rücken entspringen und gerade abwärts gegen den Bauch hinziehen und dann solche, die in der Längsrichtung den Thorax verkürzen, vorn am Rücken entspringen und sich hinten inseriren. Die Entwickelung dieser Letzteren ist der Beobachtung besonders zugänglich, sie entstehen aus zwei jeder Körperhälfte zukommenden feinen, blassen Fäden, welche sich zwischen zwei Puncten der Hypodermis ausspannen. Schon in ganz jungen Larven waren diese Fäden zu erkennen und bis kurz nach der dritten Häutung (am elften oder zwölften Lebenstag) bleiben sie fast unverändert. Der eine von ihnen (Taf. V. Fig. 35, *m*) liegt nahe der

1) Mém. prés. à l'acad. T. 11. p 209.

2) Entwickelungsgeschichte der Schmetterlinge. Cassel und Marburg 1815. S. 1 und 2.

Mittellinie des Rückens, welche durch den Larvenmuskel *M* bezeichnet wird und besitzt eine ziemlich bedeutende Breite bei sehr geringer Dicke. Vorn und hinten fährt er in zwei Zipfeln auseinander, mittelst deren er der Hypodermis angeheftet ist. Der andere befindet sich mehr auf der Seite und zeigt eine spindelförmige Gestalt mit einfachen Enden (*l*). Ueber den histologischen Bau ist in so früher Zeit noch wenig zu sagen, eine blasse homogene Grundsubstanz und wenige kleine Kerne lassen sich unterscheiden.

Zwischen den Muskelanlagen *m* und *l* zieht sich ein Strang hin, der mit beiden in Verbindung tritt, indem er *l* durchbohrt, bei *m* aber auf deren Innenfläche übergeht und sich in zwei Aeste spaltet, deren vorderer (*n''*) zum Muskel *M* hinläuft und dessen Sarcolemma durchbohrt, während der hintere, wie es scheint, mit der Substanz der Muskelanlage verschmilzt oder wenigstens ihr dicht angekittet ist und am medianen Rand in mehrere Zweige (*tr*, *tr'*) gespalten wieder austritt.

Diese Letzteren entwickeln sich nachweislich zu Tracheenzweigen, wie auch im Verbindungsstrang der Muskelanlagen (*n*) selbst sich eine Trachee bildet (in Fig. 36 schon erkennbar). Allein es sprechen zwei Umstände enschieden dafür, dass dieser Strang nicht nur als Tracheenanlage zu betrachten ist, sondern auch einen Nerven enthält. Einmal die Thatsache, dass der vordere Ast, der aus der Gablung hervorgeht (*n''*) ins Innere des Primitivbündels *M* eindringt und dann auch die weitere Herkunft des Gebildes. Der quere Strang endet nicht in der lateralen Muskelanlage, sondern durchbohrt sie, um sodann schräg vorwärts in die Tiefe zu steigen und in einen nach Richtung, Verästelung und Aussehen evidenten Nervenstamm (*n'*) einzumünden. Für diese Auffassung spricht weiter noch der Abgang feiner Fäden zu benachbarten Muskeln von der Durchbohrungsstelle der seitlichen Muskelanlage aus. Solche nervöser Natur verdächtige Fäden kommen manchmal mehrere vor, doch finden sich hier geradeso, wie in der Verbreitung der Kopfnerven grosse individuelle Verschiedenheiten.

In der Weiterentwickelung der Muskelanlagen ist zuerst die Längsspaltung der der Mittellinie zunächst gelegenen in zwei spindelförmige Hälften bemerkenswerth. In Fig. 36 ist diese Spaltung bereits vollzogen und zugleich zeigt sich, besonders nach Essigsäureeinwirkung (linke Hälfte der Figur) der Bau dieser Bänder sehr deutlich. Sie bestehen aus einer homogenen, durch Essigsäure sich trübenden Grundsubstanz, und einer grossen Menge in sie eingebetteter kleiner Kerne. Am medianen Rand von *m* tritt die Tracheenanlage als gemeinsamer Strang hervor, der sich sodann in drei Zweige

theilt. Die grösste Dicke der Muskelanlagen beträgt 0,008 Mm., ihre Länge etwa ein Drittel derjenigen des benachbarten Larvenmuskels (*M*). Sie laufen alle drei noch in feine Spitzen aus und entbehren noch jeder Aehnlichkeit mit einem Muskel in Gestalt wie in feinerer Structur. *Dennoch bilden sich aus ihnen sämmtliche längslaufende Thoraxmuskeln der Imago.*

Eine Zeitlang noch besteht die weitere Entwickelung in einem einfachen Wachsthum. Die Stränge schwellen an, nähern sich der cylindrischen Form, während die Kerne ihrer Grundsubstanz an Zahl bedeutend zunehmen (Fig. 37). Zugleich sondern sich die queren Stränge mehr von den Muskelanlagen, sie durchsetzen dieselben nicht mehr, sondern tangiren sie nur. Unklar blieb, wie es sich mit dem Sarcolemma verhält, ob und wann es auftritt, und wie es sich gegen die Hypodermis abgrenzt. Nach früheren Erfahrungen an verwandten Larven (Simulia, Chironomus) glaube ich seine Anwesenheit in diesen frühen Entwickelungsstadien annehmen zu dürfen, da sich in allen andern Stücken (Beschaffenheit der Grundsubstanz, der Kerne) diese Muskelanlagen ganz so wie dort verhalten, und auch die Ablagerung der contractilen Substanz, die Fibrillenbildung, das endliche Schwinden eines grossen Theiles der Kerne ganz mit dem Bildungsgang der Thoraxmuskeln von Simulia zusammenfällt.

Ehe aber noch eine Anordnung der Kerne zu Säulen eintritt, ehe also die Umwandlung der Grundsubstanz zu contractiler Substanz begonnen hat, *vermehren sich die Muskelanlagen durch Längsspaltung*. Der Process, den ich früher bei Fröschen *erschlossen* hatte, gestützt auf die Beobachtung partieller Längsspalten, welche in Verbindung mit Kernwucherung auftraten[1]), lässt sich hier bei der Insectenlarve *direct beobachten*. Die drei Muskelanlagen, welche zuerst allein vorhanden sind, wuchern gegen Ende des Larvenlebens so sehr, dass sie dicht aneinanderrücken, dass sie an Dicke, zum Theil auch an Länge den medianen Längsmuskel der Larve übertreffen, dass ihre früher haarfein zulaufenden Spitzen zu einer queren Abstumpfung werden, und dann bemerkt man an ihnen eine Spalte, welche eine jede von ihnen der Länge nach in zwei ziemlich gleiche Hälften theilt (Fig. 38). Die Spalte beginnt in der Mitte, verlängert sich nach beiden Enden hin und schneidet dort zuletzt durch. Am Ende der Larvenzeit sind an Stelle der primären drei Muskelanlagen deren sechs vorhanden. Ob die Theilung noch weiter geht, wurde nicht entschieden.

Dass auch die übrigen Thoraxmuskeln ähnlich entstehen, kann

1) Ueber das Wachsen der quergestreiften Muskeln. Zeitschrift für rat. Med. Bd. X. S. 263.

keinem Zweifel unterliegen, doch sind sie der Beobachtung weniger zugänglich; verfolgt wurde der ganze Bildungsvorgang nur noch an den neuentstehenden Abdominalmuskeln.

Oben wurde schon bei Gelegenheit der wundersamen Hypodermiswucherungen erwähnt, dass die gesammte Musculatur der Abdominalsegmente aus der Larve in die Puppe übergeht. Es kommt aber dennoch auch zur Neubildung von Muskeln und zwar bilden sich drei Paar quer- oder ringförmig verlaufende, ziemlich schwache Muskeln in den Seitentheilen eines jeden Segmentes. Ihre Bildungsgeschichte fällt ganz zusammen mit der der Thoraxmuskeln, auch sie lassen sich schon in der jungen Larve als sehr blasse quer- und untereinander parallellaufende Stränge erkennen, welche durch einen dünneren Strang verbunden werden. Dieser letztere schneidet sie etwa unter rechtem Winkel und tangirt sie nicht blos, sondern ist an der Kreuzungsstelle mit ihnen verschmolzen. Er geht nach hinten in eine mit langen Ausläufern versehene sternförmige Zelle über, ähnlich den Zellen, aus welchen sich Tracheenästchen bilden. Nach einer Verbindung mit einem Nerven wurde vergeblich gesucht und auch später, nach vollständiger Ausbildung der Muskeln gelang es nicht einen Nerven an Stelle dieses Querstranges zu erblicken, nur ein Tracheenstämmchen zog quer über die Bündel hin.

Die präformirte Innervation, wie noch mancher andere Punct, den ich in der eigentümlichen Entwickelung dieser Muskeln habe offen lassen müssen, wird sich übrigens durch speciell auf diesen Punct gerichtete Untersuchungen an Corethra sicherlich ins Klare bringen lassen.

IV. Das Puppenstadium.

Wie die einzelnen der Puppe eigenthümlichen Körpertheile sich in der Larve anlegen, wurde versucht darzustellen. Die so auffallenden Unterschiede zwischen Imago und Larve haben indessen nicht allein ihren Grund in dem Hinzutreten neuer, dem Wegfallen oder der Umgestaltung vorhandener Theile, sondern beruhen zum Theil auch auf veränderter Lagerung der Organe. So besonders am Kopf.

Betrachten wir zuerst das hintere Körperende, so gewinnt dasselbe durch das Wegfallen des Larvensteuerruders und das Schwinden des zwölften Segmentes ein ganz anderes Aussehen, und nicht minder durch das Auftreten des Puppensteuers und der lanzettlichen Genitalanhänge.

Der Thorax, schon in der Larve als besonderer Segmentcomplex

kenntlich, wird jetzt geschwellt durch die mächtig entwickelten Thoraxmuskeln, und setzt sich als ein ungetheiltes Ganzes scharf ab von den acht Segmenten des Hinterleibes. Auf dem vorderen Abschnitt seines Rückens stehen frei die beiden spindelförmigen Kiemenblättchen hervor, während sämmtliche übrigen Anhänge nach abwärts gegen den Bauch hin eingeschlagen sind, aber nicht mehr dicht an den Körper gepresst, wie in der Larve, sondern ebenfalls frei hervorstehend, die Flügel fein gefältelt, die Beine in einer fast S–förmigen Biegung vom Leib weg und wieder zu ihm zurücklaufend (Taf. I. Fig. 2).

Bei weitem am meisten weicht der Kopf in seiner Form von dem der Larve ab. Man kann zwar aus der gegenseitigen Lagerung von Auge und Nebenauge, welche beide unverändert in die Puppe mit herübergenommen werden, bestimmen, dass auch das Lagerungsverhältniss des Kopfes im Ganzen zum übrigen Körper das gleiche geblieben ist. Doch fehlt die halsartig dehnbare Verbindungshaut zwischen Kopf und Thorax, beide Theile liegen unmittelbar aufeinander und was die Gestalt des Kopfes selbst angeht, so verhält sie sich in allen ihren Einzelheiten — man möchte sagen gerade umgekehrt, wie in der Larve.

Während dort der grösste Theil des Kopfes vor dem Auge liegt, bildet hier das Auge den Vorderrand, ja den grössten Theil den Kopfes überhaupt. Von dem langen Stirnfortsatz ist keine Spur mehr vorhanden, die Antennen entspringen dicht vor dem Auge und sind im Bogen nach rückwärts geschlagen, die Mundtheile, welche weit nach vornen vorsprangen, hängen in Gestalt eines Rüssels nach abwärts und es lässt sich auf den ersten Blick kaum verstehen, wie die weit auseinander gelegenen Theile zu einem so compacten Organ zusammenrücken konnten.

Suchen wir uns Rechenschaft abzulegen über die Art und Weise, wie sich der Kopf der Imago aus dem der Larve herleitet, so ist vor Allem zu bemerken, dass die Umwandlung keine plötzliche ist, sondern dass zuerst die Form geschaffen wird, wie sie in Gestalt der Puppenscheide auch später noch bestehen bleibt, wenn die zelligen Theile — wie z. B. in Fig. 2 — sich bereits von ihr zurückgezogen und ihre definitive Gestalt angenommen haben. Es geschieht dies ganz ebenso bei allen Anhängen, ja bei allen Theilen der Puppe überhaupt, wie auch schon früher bei der Entwickelung der Musciden darauf hingewiesen wurde.

Nennen wir diese, durch die Puppenscheide bezeichnete Form des Kopfes den Puppenkopf, so entsteht dieser dadurch, dass sich die typischen Theile des Larvenkopfes, alle bereits von zarter Chitinlage bedeckt, dicht aneinanderlegen und miteinander verkleben (Taf. V.

Fig. 34). So wenigstens bei den Mundtheilen. Ich denke mir den Vorgang beim Abwerfen der Larvenhaut so, dass der Stirnfortsatz mit den accessorischen Anhängen gang wegfällt, die in seinem Innern durch Einstülpung entstandene Mückenantenne frei wird und sich nach hinten umschlägt, und die an der unteren Kopffläche herabhängenden Mundtheile sich so zusammenziehen, dass sie nicht mehr vor den Augen vorspringen, sondern compact zusammengedrängt den Rüssel bilden.

Dass der Vorgang im Ganzen wirklich ein solcher ist, lässt sich aus dem Verhalten der Theile dicht vor der Verpuppung ersehen. Die Hypodermis hat sich dann überall von der Chitindecke abgelöst und zurückgezogen, und es ist leicht, die hinfälligen Theile von den persistirenden zu unterscheiden.

Ueber Eines nur bin ich lange Zeit im Zweifel gewesen, über die Art, wie die Antenne der Mücke, welche ja als durch Einstülpung entstanden, im Innern des Hypodermissackes des Stirnfortsatzes lag, jetzt frei wird und sich nach hinten umschlagen kann.

Zwei Möglichkeiten liegen vor. Entweder die Hypodermis streift sich bis an die Basis der Antenne unter gleichzeitiger Schrumpfung zurück, oder sie schwindet ganz. Durch Beobachtung lässt sich hier nichts entscheiden, und wenn ich die letztere Annahme für die richtige halte, so gründet sich dies einmal darauf, dass das betreffende Hypodermisstück schon vor der Verpuppung aufs Aeusserste sich verdünnt, dann aber auf das Gubernaculum der Antenne, jenes Leitband, welches das Basalglied der Antenne an seinen definitiven Platz hinführt und schon im Voraus eine Verwachsung der Antennenbasis mit dem Theile des Kopfgewölbes herstellt, der später zur Stirn der Mücke wird.

Freilich scheint es absurd, dass die Hypodermis des Stirnfortsatzes oben zerfallen, unten aber bestehen bleiben soll, und dass Letzteres der Fall, beweist die Abscheidung einer Chitinlage in der Vorbereitungszeit der Verpuppung; allein es verhält sich demungeachtet so und erscheint auch weniger auffallend, wenn man bedenkt, dass eine starke Contraction des Gewebes die Häutung begleitet und dass, sobald dieselbe nur um Weniges früher oder auch nur gleichzeitig mit dem Zerfall der Decke des Stirnfortsatzes vor sich geht, eine Lücke im Gewebe nicht entstehen kann. Ist doch diese Contraction so stark, dass die Stelle der Hypodermis, welche den Sehnenansatz des Antennenmuskels umgab, zwischen die Augen zu liegen kommt.

Daraus ergiebt sich dann die Lage der Mundtheile, der Oberlippe und Kiefer von selbst, sie stehen dicht zusammengedrängt unter dem Auge.

Räthselhaft bleibt immerhin, durch welche Kraft die Antenne rück-

wärts über den Kopf hin geschlagen wird, so dass sie genau zwischen Flügel und dem hinteren Beinpaar im Bogen zu liegen kommt. Wahrscheinlich wirkt hierbei die Art und Weise, wie die Larvenhaut vom Körper sich abstreift, bestimmend ein, wenn nicht die Bewegung eine active ist, ausgehend von den neugebildeten Muskeln im Innern des Organes. Bei der hohen Entwickelung, welche die Beinmuskeln zur Zeit der Verpuppung bereits erreicht haben, und bei der Gleichzeitigkeit der ersten Anlage der Antennenmuskeln erscheint das sehr denkbar und auch die im Bogen gekrümmte Lage der Puppenbeine wird wohl nicht lediglich durch das Abziehen der Larvenhaut und die Elasticität der weichen Zellenwandungen bedingt, sondern kommt zum Theil wohl ebenfalls auf Rechnung einer Muskelwirkung.

Von allen Anhängen des Thieres besitzen nur die dem Puppenleben eigenthümlichen eine selbständige freie Bewegung, die Kiemen und die Schwimmflosse, letztere freilich nur eine passive, beide aber liegen ausserhalb der Puppenscheide — oder richtiger, ihr Chitinüberzug steht zwar in Continuität mit der Puppenscheide und ist ihr morphologisch gleichwerthig, functionirt aber nicht als ein blosser Ueberzug, sondern ist eine definitive Bildung.

Sobald die Kiemen durch das Abwerfen der Larvenhaut frei werden, dringt Luft in sie ein und füllt von hier aus das ganze von lange her vorbereitete Tracheensystem an. Die Aufnahme von Luft geschieht auf doppelte Weise, einmal, wie bei jeder Kieme durch Abscheidung der Luft aus dem Wasser, dann aber auch direct aus der Luft. Der Bau des Organes lässt darüber keinen Zweifel, dass dasselbe die Eigenschaften des Stigma mit denen der Tracheenkieme verbindet, und man kann es daher ganz passend als S t i g m e n k i e m e bezeichnen.

Als Kieme charakterisirt es sich durch die starke, doppelte (als Intima und äussere Haut vorhandene) Chitinhaut, verbunden mit bedeutender Flächenausdehnung, als Stigma legitimirt es sich durch eine mit dem Lumen zusammenhängende Oeffnung in der Spitze. Dass in der That das Thier bald durch Wasserathmung, bald durch Luftathmung respirirt, beweist seine Gewohnheit oft lange Zeit in der Tiefe des Wassers sich aufzuhalten, zuweilen aber mit seinen Stigmenkiemen am Wasserspiegel festzuhängen.

Uebrigens dienen die Organe nebenher noch als L o c o m o t i o n s- und als h y d r o s t a t i s c h e A p p a r a t e. Die Fortbewegung mittelst der Schwimmflosse wird secundirt durch lebhaftes Hin- und Herschlagen der Stigmenkieme, was besonders leicht sich an Puppen beobachten lässt, die vom Deckglas etwas gedrückt werden und die Stellung des Thieres

wird aus der horizontalen der Larve eine verticale, die Puppe steht im Wasser.

Letzteres ist freilich nur zum kleineren Theil der geringen Luftmenge zuzuschreiben, welche die Kiemen enthalten, zum grösseren aber dem eigenthümlichen Umstand, dass zwar die hinteren Schwimm- oder Tracheenblasen der Larve bei der Verpuppung zerstört werden, nicht aber die vorderen. Dadurch wird der vordere Theil des Puppenkörpers gehoben, der hintere sinkt herab.

Ueber den Modus, nach welchem die hinteren Blasen zerfallen, ist schwer ganz ins Klare zu kommen. Man findet zwar in der Puppe leicht die Reste der Peritonealhaut mit den aufgelagerten grossen Pigmentzellen, allein es fragt sich wo die Intima hinkommt, die doch hier wegen fehlender Stigmen unmöglich nach aussen entfernt werden kann? Vermuthlich zerfällt auch sie innerhalb des Körpers, wie denn in der That kurz vor der Verpuppung sich Symptome beginnenden Zerfalls an ihr zeigen.

Das Tracheensystem der Puppe besteht aus zwei Längsstämmen, welche mit einigen Zweigen aus dem Schwanzsteuer entspringen und den ganzen Körper bis in den Prothorax durchziehen, um dort unter rechtwinkliger Knickung in die Kiemen einzumünden. Von diesen Stämmen entspringen Aeste für die inneren Organe und nahe dem Vorderrand eines jeden Segmentes zieht ein Querast zur Haut, um in einer Stigmenanlage zu endigen. Diese Querästchen sind noch luftleer und treten erst mit dem Ausschlüpfen der Imago in Thätigkeit. In dem Respirationssystem der Puppe ist das der Imago enthalten, es bedarf nur eines einfachen Häutungsprocesses, verbunden mit dem Wegfall der Kiemen und der Anfangszweige im Steuerruder, um dieses in jenes umzuwandeln.

Nicht viel grösserer Veränderungen bedarf es, um die übrigen Organsysteme den Verhältnissen der Imago anzupassen. So bleiben vor Allem die Centraltheile des Nervensystems im Wesentlichen unverändert und Neubildung von Nerven findet nur in den Anhängen statt, wo neue Hautflächen und neue Muskeln gebildet werden.

Was die Haut betrifft, so ähnelt die Chitinhülle der Puppe sehr derjenigen der Larve, nur ist sie rauher, derber und undurchsichtiger. Auch sie trägt auf ihrer Oberfläche jene gefiederten Tastborsten in regelmässiger Vertheilung. Wie oben schon angedeutet wurde, liegt die Hypodermis unmittelbar nach der Verpuppung der Puppenscheide noch dicht an, sehr rasch aber löst sie sich von ihr ab und beginnt, indem sie zugleich die definitive Form der Imagotheile annimmt, von Neuem eine feine Chitinschicht auszuscheiden. Dann sieht man die

Gliederung der Beine deutlich werden und die der Antennen auftreten, während die vorher noch unförmlich grosse Oberlippe zu einem lanzettlichen Plättchen zusammenschrumpft, der Maxillentaster sich gliedert und der Knopf der Unterlippe seine zweilippige Form annimmt; dann erkennt man auch bereits einen zarten Flaum auf der Oberfläche der Haut, die hervorwachsenden Haare, deren Bildungsweise von den massenhaft angehäuften Hypodermiszellen aus schon oben angedeutet wurde.

Wie die Anhänge des Kopfes und Thorax, so entwickeln sich auch die des Hinterleibes stetig weiter, auch hier ein Zurückziehen der Hypodermis, gewissermaassen ein Verdichtungsprocess, verbunden mit gleichzeitiger Modellirung ins Feine. In den paarigen lanzettlichen Blättchen bilden sich beim männlichen Thier die beiden zweigliederigen Zangen, die schon de Geer beschrieben und wegen der Rolle, die sie bei der Begattung spielen, mit den Kieferfühlern der Spinnen verglichen hat (Taf. I. Fig. 2). Das Basalglied ist dick, cylindrisch, mit starken Muskeln im Innern versehen, das zweite dünn und bei der Mücke gewöhnlich klauenartig nach innen eingeschlagen, so dass die stumpfen kolbigen Enden der beiden Copulationsorgane sich kreuzen.

Bei der weiblichen Puppe tritt keine deutliche Gliederung dieser Anhänge ein. es bilden sich nur kurze, bewegliche und stark behaarte Blätter, welche die kurze Mündungspapille der Geschlechtstheile umgeben.

Dass die Muskeln der Larve in der Hauptsache unverändert in die Puppe übergehen, wurde oben bereits erwähnt, wo von den in jedem Abdominalsegment neu entstehenden drei Ringmuskelpaaren die Rede war. Zerstört werden wohl nur die Muskeln des Larvenkopfes, die des zwölften Segmentes und die des Thorax der Larve. Darauf kann mit voller Sicherheit geschlossen werden, da das Entstehen einer ganz neuen Musculatur in ihnen nachgewiesen wurde.

Der Circulationsapparat scheint gar keinen Veränderungen unterworfen zu sein, er bleibt unausgesetzt in Thätigkeit, man beobachtet deutlich die Pulsationen seines hinteren, im Bau ganz unveränderten Endes im achten Abdominalsegment; auch seine Lage ist demnach die gleiche geblieben.

Einige Veränderungen geschehen am Darmtractus.

Der stark musculöse, rüsselartig ausstülpbare Schlund der Larve zerfällt, wahrscheinlich unter vorausgehender starker Contraction, welche den dünnen Oesophagus der Mundöffnung nähert. An dem Oesophagus wächst ein Saugmagen hervor und am vorderen Ende des Chylusmagens

stülpen sich zwei kleine Blindsäcke aus. Sonst bleibt der Chylusmagen und auch der Darm unverändert, und nur in dem schon in der Larve erweiterten Endstück des Letzteren, dem Rectum, bilden sich zwei Paar conische Rectalpapillen. Das Muskelnetz, offenbar auch die Innervation des Darmes bleiben unverändert, sie unterliegen sowenig als die zellige Wandung selbst einem histolytischen Process, und die Tracheen der Oberfläche verändern sich nur insofern, als ihre Verästelungen sich vermehren. Speicheldrüsen finden sich auch in der Mücke, zwei kurze Schläuche, sehr ähnlich denen der Larve, von welchen ich sie direct herleiten zu dürfen glaube.

Im Anschluss an den Tractus sei des Fettkörpers kurz Erwähnung gethan, um so mehr, als dies bei Beschreibung der Larvenorgane unterlassen wurde. Den jüngeren Larven fehlt ein Fettkörper vollständig und erst nach der letzten Häutung treten wenige, aber enorm grosse Fettkugeln auf, die die vorderen Tracheenblasen nach aussen und hinten umgeben und die innerhalb blasser kernhaltiger Zellen liegen. Die Zellen kleben nicht mit ihren Flächen zusammen, wie bei dem eigentlichen Fettkörper der Insectenlarven, sondern hängen mittelst eines Stieles aneinander und bilden so jederseits ein Büschel.

Ganz unverändert gehen diese Fettzellentrauben in die Puppe über und auch in der Imago finde ich sie wieder, so dass die physiologische Rolle dieses Fettkörperrudimentes sich recht schwer bestimmen lässt. Soviel kann mit Sicherheit behauptet werden, dass dasselbe hier nicht das Material zum Aufbau der inneren Organe der Imago zu liefern hat, weder direct durch Bildung von indifferenten Zellen, wie bei Musca, noch auch indirect durch Abgeben seiner plastischen Bestandtheile an das Blut. Möglich wäre es freilich, dass Letzteres im Laufe des Imagolebens einträte und dass die zur Zeit des Ausschlüpfens nur theilweise entwickelten Eier sich auf Kosten des Fettkörpers vollends ausbilden.

Die Entwickelung des Geschlechtsapparates, soweit sie während der Puppenperiode vorschreitet, geschieht jedenfalls ohne Theilnahme des Fettkörpers. So bilden sich wohl ohne Zweifel die accessorischen Theile und die Ausführungsgänge von dem Band aus, welches in dem Embryo schon die Geschlechtsdrüsen nach hinten an die Körperwand befestigt. Directe Beobachtungen über die Bildung dieser Theile wurden an dem kleinen Insect nicht versucht, und ich erwähne nur kurz an dieser Stelle die Zusammensetzung des Genitalapparates in der Imago.

Die Eierstöcke besitzen hier, wie ja auch in der letzten Zeit des Larvenlebens, die Gestalt langer cylindrischer Trauben, welche die ganze Abdominalhöhle durchziehen; sie entsenden kurze Ausführungs-

gänge, aus deren Vereinigung der Oviduct hervorgeht. An letzterem sitzen die drei Receptacula seminis, deren kuglige, schwarze Intima schon ohne Präparation bei der Puppe durch die Bauchdecken hindurchschimmert. In den untern Theil des Oviductes mündet eine birnförmige Blase, vermuthlich eine accessorische Drüse. Die Hoden stossen mit ihrem Ausführungsgang zu einem gemeinschaftlichen Ductus ejaculatorius zusammen, der selbstständig am Grunde des zangenförmigen Copulationsapparates ausmündet. Vor der Mündung sitzen dem Gang ein Paar birnförmige accessorische Drüsen an.

Den anatomischen Vorgängen entsprechen die Lebensäusserungen des Puppenstadiums.

Nur die Nahrungsaufnahme cessirt, alle übrigen Functionen des thierischen Körpers erleiden nicht die geringste Unterbrechung. Die senkrecht im Wasser stehende Puppe schwimmt lebhaft umher, sieht mit ihren grossen Augen vortrefflich und empfindet mit ihren langen Tastborsten ganz ebenso fein, als die Larve. Mit blitzschnellen Bewegungen entzieht sie sich drohender Gefahr und wechselt auch ohne sichtbare Ursache häufig den Ort; man sieht sie bald auf dem Boden des Gefässes, bald an der Oberfläche des Wassers. Ebenso nehmen die vegetativen Vorgänge ihren ungestörten Fortgang, das Rückengefäss treibt das Blut ununterbrochen im Körper um und die kräftige, manchmal äusserst rasche, fast schwirrende Bewegung der Tracheenkiemen deutet auf eine active Respiration hin.

So kann von einem latenten Leben wie bei den Musciden hier nicht die Rede sein, und dem entsprechend ist denn auch das Puppenstadium ein viel kürzeres als dort, wo der Imagokörper nicht nur seine letzte Vollendung unter der Hülle der Puppenscheide erhält, sondern wo er vollständig neu aufgebaut werden muss. Schon drei Tage nach der Verpuppung, am vierzigsten Tag nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei, platzt die Hülle durch einen Längsspalt am Rücken, und aus der wie ein Schiffchen auf der Oberfläche schwimmenden Puppenhaut kriecht das vollendete Insect hervor.

V. Uebersicht der Entwickelungserscheinungen.

Was die Entwickelung der Musciden vor Allem ungewöhnlich erscheinen lässt, ist die Genese von Brust und Kopf sammt ihren Anhängen. Dass diese Abschnitte des Fliegenkörpers vollkommen neu sich bilden, mit den entsprechenden Theilen der Larve nicht in genetischem Zusammenhang stehen, widerspricht der vor Kurzem noch allgemein

gültigen Anschauung, nach welcher die Verpuppung nur ein einfacher Häutungsprocess ist. Ebenso wenig fügt sich dieser Anschauung die totale Umwälzung, welche sämmtliche inneren Theile bei der Verpuppung erleiden. Sämmtliche Organsysteme der Larve zerfallen, theils vollständig, theils histolytisch, um später wieder von Neuem aufgebaut zu werden.

Offenbar steht die Metamorphose der Corethra in diametralem Gegensatz zu diesem Entwickelungsgang und zwar in beiden genannten Hauptpuncten. Hier kann die Verpuppung mit vollem Recht als ein Häutungsprocess aufgefasst werden, wir sehen keine Erscheinung sie begleiten, welche nicht unter diesen Begriff gebracht werden könnte. Das Wesen der Häutung sehe ich darin, dass die Zellenlage, welche wir als Hypodermis bezeichnen und welche als ein geschlossener Schlauch der Chitindecke anliegt, unter Gestaltveränderung eine neue Chitinhülle hervorbringt und dass dies geschieht, ohne Continuitätsstörung derselben. Die Gestaltveränderung kann blos in einfachem Wachsthum, verbunden mit einer mehr oder minder bedeutenden Umformung, bestehen, oder es kann noch die Bildung neuer oder das Schwinden vorhandener Theile hinzukommen. Dieses geschieht durch Schrumpfung, jenes durch Auswachsen der Hypodermis. Die Hypodermis ist es, welche überall dem Insecte seine Gestalt verleiht, von welcher die Bildung der Segmentanhänge ausgeht, sowohl der typischen als der accessorischen.

Die blosse Umformung vorhandener Körpertheile sahen wir bei der Corethralarve mehrfach auftreten; so nahm der Kopf allmählich eine veränderte Gestalt an, die Mandibeln, bei der jungen Larve noch mit schwachen, langen Borsten besetzt, wurden später derbe, massige Greifwerkzeuge mit scharfen Zähnen etc. Am lehrreichsten aber sind die Verhältnisse bei den Antennen, wo zwar weniger eine wirkliche Gestaltänderung als vor Allem eine bedeutende Vergrösserung bei jeder Häutung erzielt werden soll. Diese wird, wie wir gesehen haben, durch eine vollständige Umstülpung der Hypodermis nach innen eingeleitet, womit denn zugleich auf die einzig mögliche Weise ein bedeutender Raum zur Vergrösserung gegeben wird. Bei dem Abstreifen der alten Chitinhaut stülpt sich dann der in die Länge und Weite gedehnte Hypodermisschlauch wieder vor. Es kann keinen directeren Beweis geben für die Richtigkeit der Anschauung, welche die Segmentanhänge der Arthropoden als Hautausstülpungen betrachtet.

Besonders wichtig erscheint der Vorgang aber als Vorbild für die Entstehung der Imagoantenne; auch diese entsteht durch einfache, wenn auch tiefer greifende Umbildung der Larvenantenne, und ebenso ver-

hält es sich mit den übrigen typischen Kopfanhängen. Findet keine Vergrösserung des Theiles statt, so löst sich die Hypodermis einfach los und modelt sich sodann, meist unter bedeutender Verkleinerung, zum Imagotheil um; so z. B. die Mandibeln. Soll aber im Gegentheil eine Vergrösserung zu Stande kommen, wie bei der Unterlippe, so geschieht dies durch Ausstülpung der Hypodermis vom Boden einer Einsenkung aus, und hier ist dann der Unterschied in Grösse und Gestalt zwischen dem alten und neuen Organ so bedeutend, dass man recht wohl schon von einer Neubildung reden kann; der Uebergang zur wirklichen Neubildung ist hier gegeben, und wir sahen denn auch die Anhänge des Thorax, die der Larve noch vollständig fehlen, genau nach demselben Modus hervorwachsen; das einfache Wachsen der Antenne bei jeder Larvenhäutung, die Bildung des Mückenrüssels aus der Unterlippe der Larve und das Hervorwachsen von Flügeln und Beinen an vorher anhangslosen Hypodermisstellen sind also nur Modificationen ein und desselben Vorganges: der Hypodermisausstülpung.

Soweit erscheint es gewiss gerechtfertigt, die Puppenbildung der Corethra als einen Häutungsprocess zu bezeichnen. Der gesammte Hypodermisschlauch ist es, der sich ummodelt, sich partiell verkürzt, partiell verlängert und Fortsätze treibt, der aber nirgends in seiner Continuität verletzt wird.

Dies aber geschieht bei den Musciden. Die Hypodermis der vordern Larvensegmente muss zerfallen, damit die im Innern der Leibeshöhle gelegenen Imaginalscheiben an die Oberfläche gelangen und einen neuen Thorax und Kopf zusammensetzen können; offenbar ein Vorgang, der über den Begriff der Häutung hinausgeht. Der Eingriff in das Bestehende ist ungleich stärker. Es wäre ein grosser Irrthum, aus der Thatsache, dass die Imaginalscheiben der Musciden bereits im Embryo angelegt werden, den Schluss zu ziehen, der Imagokörper sei hier schon früher vorbereitet, als bei Corethra, bei welcher Flügel und Beine erst nach der letzten Häutung hervorwachsen. Die Imaginalscheiben von Musca sind nicht blos Anlage der Segmentanhänge, sondern vor Allem der Segmente selbst; bei Corethra aber findet sich die Anlage der Imagosegmente ebenfalls schon im Ei vor, nur nicht in Gestalt isolirter Scheiben, sondern als die fertigen Segmente der Larve, die später nur noch Anhänge zu treiben brauchen, um sich zu den Körperabschnitten des vollendeten Insects umzubilden. Der Leib der Imago ist also im Gegentheil mehr vorbereitet in der Corethralarve.

Es kann auch durchaus nicht auffallen, dass die Segmentanhänge bei Corethra erst nach der letzten Larvenhäutung ihre Bildung begin-

nen; entständen sie früher, so müssten sie schon während des Larvenlebens als äussere Theile erscheinen, die bei der Häutung neu sich abscheidende Chitindecke würde sich auch den halbfertigen Anhängen anschmiegen, und die Larve würde damit keine Larve mehr sein, die Metamorphose keine vollkommene mehr, sondern eine unvollkommene. Eine vor der letzten Häutung beginnende Bildung der Anhänge wäre bei einem metabolischen Insect von der Entwickelungsweise der Corethra nur dann denkbar, wenn dieselben vorläufig nicht als directe Ausstülpungen, sondern als Einstülpungen entständen, also keine Hervorragung auf der Oberfläche der Hypodermis bildeten, wie es denn in der That bei den Flügeln der Schmetterlinge der Fall zu sein scheint.

Fassen wir aber den Modus, nach welchem die Bildung der Anhänge und speciell der Thoracalanhänge vor sich geht, näher ins Auge, so bieten sich trotz vieler Verschiedenheiten zwischen Musca und Corethra doch auch Aehnlichkeiten, und zwar gerade in den Puncten von hervorragender Bedeutung, so dass wir sagen müssen, im Wesentlichen geht die Bildung der Thoracalanhänge bei beiden Insecten auf gleiche Weise vor sich, und zwar lässt sich der Bildungsvorgang einfach bezeichnen als locale Ausstülpung einer flächenhaft ausgebreiteten Basalmembran. Diese Basalmembran ist in beiden Fällen die Hypodermis des Thorax, die bei Corethra zur Zeit der Anhangsbildung bereits als ein Ganzes besteht, bei Musca dagegen nur in der Anlage vorhanden ist in Gestalt vieler voneinander getrennter Stücke. Ideal besteht auch der Thorax von Corethra aus zwölf solcher Stücke, deren jedes zur Hervorbringung eines Anhanges fähig ist.

Eine blos scheinbare Aehnlichkeit liegt in der Beziehung, welche in beiden Dipteren zwischen Nerven und den neu sich bildenden Anhängen bestehen. Bei Corethra bilden sich sämmtliche Anhänge des Thorax mit Ausnahme der Kiemen um den Endapparat eines sensibeln Nerven, um sodann mit zunehmendem Wachsthum auch den Stamm desselben in sich einzuschliessen. Von dem Neurilemm dieses Nerven geht die Bildung der Füllungsgewebe im Lumen des Anhangs aus, es bilden sich Zellwucherungen, die sich zu den Tracheen, Muskeln, Sehnen und Nerven des Anhangs gestalten. Nur bei der Entstehung der Kiemen wird der Nerv durch eine Trachee ersetzt, die bei dem nerven- und muskellosen Organ genau dieselbe Rolle spielt wie sonst der Nerv.

Auch die Imaginalscheiben der Musciden stehen mit Nerven in Verbindung, allein die Bedeutung derselben für die Entwickelung des Anhangs ist doch wohl eine ganz andere. Das ergibt sich schon aus der Thatsache, dass nicht alle Scheiben an Nervenstämmen befestigt sind,

ja nicht einmal alle diejenigen, welche gleichartige Anhänge hervorbringen. Die zwei vordern Beinscheiben sitzen Nerven an, die hintere entspringt ohne alle Verbindung mit Nerven von einem Tracheenstamm. Der Schluss ist unabweisbar, dass die Nervenstämme hier nichts anderes sind, als Befestigungspuncte für die Neubildungen. Allerdings wurde gezeigt, dass auch hier der Nerv die Neubildung durchsetzt, um zu seinen in der Haut gelegenen Endapparaten (Ganglien oder Muskeln) hinzulaufen, allein auch dies geschieht doch in anderer Weise als bei den Tipuliden, wo das Lumen des Anhangs der Länge nach vom Nerven durchzogen wird (so wenigstens bei den Beinen), während bei Musca der Anhang wahrscheinlich ganz unberührt vom Nerven bleibt, jedenfalls aber nicht von seinen ursprünglich vorhandenen Fasern, sondern höchstens von solchen durchzogen werden könnte, die während der Ausstülpung sich neu bilden. Jedenfalls geht die Neubildung der das Lumen füllenden Gewebe hier nicht vom Neurilemm aus, sondern von den aus dem Zerfall des Fettkörpers sich ableitenden Körnchenkugeln.

Aber auch in der Art und Weise, wie das werdende Bein sich ausstülpt, zeigt sich eine nicht unerhebliche Differenz.

Bei Corethra ist es anfangs ein völlig ungegliederter cylindrischer Schlauch, der sich in spiraliger Windung auf das ihm zugehörige Stück des Thorax hinlagert; erst wenn die Neubildung schon sehr bedeutend in die Länge gewachsen, wenn die Differenzirung der Zellenmassen des Lumens zu Geweben längst begonnen hat, zeigen sich die ersten Spuren einer Gliederung.

Ganz anders bei Musca, wo die Gliederung von vornherein auftritt und mit der Länge des sich vorstülpenden Anhangs sich vervollkommnet. Ehe noch die Ausstülpung irgend erheblich über die Ebene der Grundmembran emporgestiegen ist, schnürt sich bereits die Spitze des Beins (das fünfte Tarsalglied) vom Basalstück ab; sodann schieben sich mit der Verlängerung des Tarsenzapfens die vier andern Tarsenglieder ein, während Tibia und Femur vorläufig noch ein ungegliedertes Stück bilden, dessen vollständige Trennung in die Glieder des Fliegenbeines erst nach erfolgter Thoraxbildung vor sich geht. Während der ganzen Entwickelung innerhalb der Scheibe bleibt aber das Bein ein kurzer Zapfen, der sich ohne Windungen gerade über sein Thoracalstück hin erstreckt. Erst wenn der neue Thorax gebildet ist, beginnt ein mässiges Wachsthum und noch viel später, erst in der zweiten Hälfte des Puppenschlafs, entstehen die Muskeln und andere Gewebe im Lumen des Anhangs, und das Bein nimmt auch äusserlich seine definitive Gestalt an.

Aus Letzterem besonders geht klar hervor, dass in der Existenz von

Imaginalscheiben, die die Muscidenlarve mit aus dem Ei bringt, in der That keine grössere Vorbereitung zur Bildung des Imagokörpers liegt, dass vielmehr hier eine viel gewaltigere Umwälzung durchgemacht werden muss. Wenn Corethra sich in die Puppe verwandelt, sind die Muskeln der Flügel und Beine bereits gebildet, während von beiden bei Musca noch nicht einmal die erste Anlage vorhanden ist; die Mundtheile bedürfen bei Corethra nur noch der letzten Modellirung, während bei Musca der Kopf noch nicht als ein Ganzes besteht und vom Rüssel noch gar nichts gebildet ist.

Wenn aber in Bezug auf äussere Gestalt und Gewebsbildung im Innern die Corethralarve ihrer Imago näher steht, so nicht minder in Bezug auf die innern Organsysteme. Auch hier findet eine vollständige Continuität zwischen Larve und Puppe statt, es treten nicht neue Organe an die Stelle der alten, sondern die alten bleiben bestehen, entweder ganz intact, oder doch nur mit geringen Veränderungen, wie sie durch die veränderte Lebensweise des Thieres erfordert werden. So geht das Rückengefäss ganz unverändert in die Mücke über, und abgesehen von der geringen Verkürzung des Schlundringes auch das Nervensystem; andere Organe vervollkommnen sich durch Wucherung an einigen, Zusammenziehung und Schwund an andern Stellen; so der Darmtractus und die längst hoch ausgebildeten Geschlechtsorgane. Nur ganz einzelne Theile werden völlig überflüssig und zerfallen, und nirgends kommt eine vollständige, unabhängig von den bereits vorhandenen Organsystemen auftretende Neubildung vor.

Ganz anders bei Musca, wo sämmtliche Organsysteme der Larve von Grund aus zerstört werden, um sich aus neuen Bausteinen von neuem wieder aufzubauen, sei es dass sie in Molekel zerfallen, die sich dem Blute beimischen, wie die Hypodermis der vordern Larvensegmente, wie sämmtliche Larvenmuskeln, viele Tracheen, der vordere Theil des Darmtractus, — sei es dass sie jenen interessanten Process durchmachen, den ich als Histolyse bezeichnet habe, und dessen Wesen in einem Zerfall der histologischen Elemente besteht, ohne Aufgeben der Gesammtform des Organs und mit nachfolgendem Neubau aus den Trümmern des Gewebes.

Am auffallendsten und prägnantesten tritt aber der Unterschied in den Bildungsvorgängen im Innern des Puppenkörpers darin hervor, dass bei Corethra der Fettkörper eine durchaus untergeordnete oder genau genommen gar keine Rolle spielt, während bei den Musciden ein Aufbau der innern Organe ohne Vermittelung dieses wichtigen Körpertheils gar nicht denkbar wäre. Man braucht nur die colossalen Massen des Fettkörpers bei den Muscidenlarven, und den weisslichen, dicken Brei

zu sehen, mit dem seine Zerfallproducte die Leibeshöhle der Puppe erfüllen, um die wesentliche Bedeutung des Fettkörpers für die Muscidenentwickelung zuzugeben. Und es wurde nachgewiesen, dass der Fettkörper bei diesen Insecten nicht blos ein Depot von Nährstoffen ist, sondern dass aus seinen Zerfallproducten ganz direct neue histologische Formelemente hervorgehen: die Körnchenkugeln, welche die Leibeshöhle der Puppe als eine compacte Masse anfüllen, deren durch Endogenese erzeugte Zellenbrut zu Strängen zusammenschiesst und so die Grundlage der Tracheen und höchst wahrscheinlich auch der Muskeln bildet.

In der That wäre es schwer begreiflich, aus welchem Material die Flügelmuskeln der Musciden entstehen sollten, wenn nicht aus den Abkömmlingen der Körnchenkugeln. Bei Corethra finden wir freilich die entsprechenden Muskeln schon im Embryo in Form feiner Fäden angelegt; allein wie sollte dies bei den Musciden der Fall sein können, wo die Befestigungspuncte solcher Fäden, die Hypodermis des Thorax, in der Larve noch gar nicht vorhanden ist? Und ganz dieselbe Schlussfolge lässt sich auf das Tracheensystem der Imago anwenden, welches bei Corethra von vornherein angelegt sein konnte, da sämmtliche Abschnitte des Imagokörpers in den entsprechenden Segmenten der Larve gegeben sind — welches bei Musca aber erst dann auftreten kann, wenn diese Abschnitte sich bilden, also erst im Verlauf des Puppenlebens.

So besteht also in jeder Beziehung ein viel geringerer morphologischer Zusammenhang zwischen Larve und Imago bei Musciden, als bei Tipuliden, und in dieser Thatsache ist wohl auch der Grund des im Verhältniss zur Dauer der Larvenzeit so langen Puppenstadiums zu suchen[1]). Bei Sarcophaga vergehen achtzehn Tage von der Verpuppung bis zum Ausschlüpfen der Fliege, bei Corethra nur drei. Allerdings dauert dafür die Larvenzeit bei Sarcophaga nur acht Tage, bei Corethra drei oder mehr Wochen, und es kann diese Differenz nicht allein auf die ganz entgegengesetzte Ernährungsweise beider Larven zurückgeführt werden, die es der Muscalarve möglich macht, in wenigen Tagen eine grosse Masse von Nahrung durch ihren Darm passiren zu lassen,

1) Offenbar ist es nur die relative, nicht die absolute Dauer des Puppenstadiums, welche hier in Betracht kommt. Letztere kann bei ein und derselben Art zwischen weiten Grenzen variiren; so bezieht sich die obige Angabe, dass das Puppenstadium der Corethra nur 3 Tage dauere, nur auf den hohen Sommer, im März währt dasselbe 8 Tage. Dem entsprechend ist aber auch das Larvenleben bei solchen Märzpuppen länger gedehnt, die Larven haben überwintert und stammen vom vorhergehenden Herbst her. Bei den Musciden dagegen überwintert die Puppe.

während die vom Raube lebende Corethra nur langsam Nährstoffe herbeischafft. Der Beweis liegt in dem sehr langen Zwischenraum, welcher die letzte Häutung der Larve von der Verpuppung bei Corethra trennt. Er ist sicher nichts Unwesentliches und Zufälliges, sondern wird sich überall da finden, wo Anlage und Ausbildung der Imaginalanhänge innerhalb dieses Zeitraumes zu Stande kommen muss.

Die Puppe von Corethra unterscheidet sich offenbar in morphologischer Beziehung wie in physiologischer von der Muscidenpuppe; sie wird nicht erst der Imagokörper, sondern sie ist von vornherein nichts anderes und bedarf nur geringer Vervollkommnung, um als flug- und fortpflanzungsfähiges Insect auszuschlüpfen; ein Puppenschlaf im wörtlichen Sinn fehlt daher hier vollständig, alle Functionen des thierischen Lebens nehmen in der Puppe ihren ungestörten Fortgang, nur allein die Aufnahme neuer Nahrung cessirt. Alle die Vorgänge, welche den Zeitraum latenten Lebens bei Musca ausfüllen, während dessen das Blut nicht mehr circulirt, jede Empfindung und Bewegung, sowie auch die Nahrungsaufnahme aufhört — alle Vorgänge, die sich zusammenfassen lassen als »Bildung der Puppe«, fallen bei Corethra noch in die Larvenperiode, und die Puppenzeit lässt sich hier allein mit den letzten zwei Tagen der Muscidenpuppe vergleichen, wo auch in dieser das ausgebildete Insect der Vollendung nahe steht, wo es, wenn künstlich aus der tonnenförmigen Schale befreit, auch bereits mehr oder minder bewegungs- und lebensfähig ist.

Nach allem dem können wir zwei sich diametral gegenüberstehende Formen der Insectenmetamorphose unterscheiden, die eine repräsentirt durch Corethra, steht der Entwickelung ohne Metamorphose am nächsten, die andere durch Musca, entfernt sich am weitesten von der ametabolischen Entwickelung und stellt die extremste Form der Metamorphose dar. Ganz allgemein ausgedrückt bestehen die Unterschiede zwischen Beiden darin, dass einmal eine continuirliche, das andere Mal eine discontinuirliche Entwickelung stattfindet, in dem Sinne nämlich, dass Körpertheile und Organe des einen Entwickelungsstadiums sich von den gleichnamigen des vorhergehenden Stadiums direct herleiten, oder dass solches nicht der Fall ist, vielmehr Körpertheile und innere Organe des späteren Entwickelungsstadiums im Wesentlichen Neubildungen sind.

Kurz charakterisiren lassen sich beide Formen etwa so:

Typus Corethra: Die Larvensegmente wandeln sich direct in die entsprechenden Abschnitte des Imagokörpers um; die Anhänge des Kopfes in die entsprechenden des Imagokopfes; die des Thorax entstehen nach der letz-

ten Larvenhäutung als Ausstülpungen der Hypodermis um einen Nerven oder eine Trachee, von deren zelliger Hülle die Gewebsbildung im Innern des Anhanges ausgeht. Die Larvenmuskeln der Abdominalsegmente werden unverändert in die Imago herübergenommen, die der Imago eigenthümlichen Thoracalmuskeln sowie einige weitere Abdominalmuskeln entwickeln sich in der letzten Larvenperiode aus indifferenten, im Ei bereits angelegten Zellensträngen. Die Genitaldrüsen datiren aus dem Embryo und entwickeln sich stetig, alle übrigen Organsysteme gehen ohne oder mit geringer Veränderung in die Imago über. Kein oder nur ein unbedeutender Fettkörper. Puppenzustand kurz und mit activem Leben.

Typus **Musca:** Thorax und Kopf der Imago entstehen unabhängig von den entsprechenden Hypodermisabschnitten der Larve, nur das Abdomen direct durch Umwandlung der acht hintern Larvensegmente. Thorax und Kopf nebst ihren Anhängen entwickeln sich aus Imaginalscheiben, welche embryonalen Ursprungs und im Innern der Leibeshöhle der Larve an Nerven oder an Tracheen festgewachsen sind. Erst nach der Bildung einer tonnenförmigen Puppenschale aus dem Chitinskelet der Larve wachsen die Imaginalscheiben zum Thorax und Kopf zusammen. Zerstörung sämmtlicher Larvenorgansysteme, entweder total oder durch Histolyse. Neubildung derselben unter Vermittelung der aus dem zerfallenen Fettkörper hervorgegangenen Körnchenkugeln. Genitaldrüsen im Embryo angelegt entwickeln sich stetig weiter. Puppenzustand langdauernd und mit latentem Leben.

Am schärfsten heben sich beide Typen voneinander ab durch den Besitz oder das Fehlen von wirklichen Imaginalscheiben, und ich möchte desshalb vorschlagen, die metabolischen Insecten in die zwei Hauptgruppen der Insecta discota und adiscota zu theilen.

Einer späteren Mittheilung bleibe es vorbehalten, diese Eintheilung factisch durchzuführen und zu zeigen, welche Familien der einen und welche der andern Gruppe zugehören. Hier sei nur vorläufig erwähnt, dass beide Gruppen sich nicht völlig unvermittelt gegenüberstehen, sondern dass Uebergangsformen bestehen, so zwar, dass ganze Familien, ja vielleicht ganze Ordnungen von Insecten wegen des Mangels von

Imaginalscheiben zwar den Insecta adiscota zugerechnet werden müssen, in andern wesentlichen Puncten ihrer Entwickelung aber sich den Discota eng anschliessen.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren sind ohne Ausnahme nach dem lebenden Thier gezeichnet.

Taf. III.

Fig. 1. Larve von Corethra plumicornis nach der vierten Häutung, schräg vom Bauch aus gesehen. Stellung nicht natürlich, sondern Kopf und Hinterende des Thieres durch das Deckgläschen niedergedrückt. *at* Antennen, *at'* Anlage der Imagoantennen, *au* Auge, dahinter das punctförmige Nebenauge, *m* Mundeingang, *ph* Schlund, *r* Reusenartige Endkugel des Schlundes, *oe* Speiseröhre, *ch* Chylusmagen, *in* Darm, *re* Mastdarm, *a* After, *az* die denselben umgebenden fingerförmigen Schläuche. *h* Halsartige Verbindungshaut zwischen Kopf und erstem Körpersegment. *os* Oberes, *us* unteres Schlundganglion, g^1 erstes Bauchganglion, g^{11} letztes Bauchganglion. *up* Anlage des vordern Beinpaares (untere Prothoracalscheibe der Musciden), *ums* Anlage des mittleren, *umt* Anlage des hintern Beinpaares (untere Meso- und Metathoracalscheibe). Im neunten Segment die Anlage der Genitaldrüsen, *gs*, die sich als Hoden schon durch ihre Gestalt kennzeichnen. *tr*, *tr'* Tracheenblasen. Vergr. 12.

Fig. 2. Puppe von Corethra, wie Fig. 1 nach dem lebenden Thier gezeichnet, dessen vorderer Theil in reiner Profilansicht sich darstellt, während der hintere durch den Druck des Deckgläschens auf die Schwanzflosse allmählich in Bauchansicht übergeht. *psch* Puppenscheide, von welcher sich an vielen Stellen die bereits weit ausgebildeten Imagotheile zurückgezogen haben. Auge und Nebenauge noch wie in der Larve, davor die nach rückwärts geschlagene, bereits gegliederte und behaarte Antenne *at*. *m* Flügelmuskeln, zwei Lagen, die sich fast rechtwinklig kreuzen. *stk* Stigmenkiemen, mit welchen die Längsstämme des Tracheensystems, *tr*, zusammenhängen. abd^1 Erstes Segment des Hinterleibs, das achte ausgezeichnet durch die Flossenanhänge, zwischen welchen die lanzettlichen Anhänge liegen, in denen bereits der Penis ausgebildet. *tr'* Rest der zusammengefallenen hintern Tracheenblasen der Larve. Vergr. 12.

Fig. 3—8 stellt die Bildung der untern Thoracalanhänge (Beine) dar.

Fig. 3 *A*. Erste Anlage des linken vordern Beines aus einer Larve kurz nach Beendigung der vierten (letzten) Häutung; Flächenansicht. In die Chitinhaut eingesenkt die Tastborsten *tb*, gegen welche der dreigetheilte Nerv hinläuft. Die im Umkreis der drei Borsten mächtig gewucherte Hypodermis erscheint als ovale Scheibe *k*, umgeben von dicker Hüllmembran *hy'*. Erst der optische Querschnitt der Neubildung in Fig. 3, *B* lehrt die scheinbare Hülle als Umschlagsrand (*hy'*) der nach innen grubenförmig eingestülpten Hypodermis kennen, die Scheibe als die Kuppe *k* eines vom Boden der Einsenkung nach aussen wuchernden Zapfens. Im Lumen des

Zapfens (der Anlage des Beins) verläuft der Nerv, dessen Neurilemm bereits Zellenwucherungen gebildet hat (Fig. 3, *a*, *zw*). In 3, *A* läuft der innere Zweig des Nerven noch direct zu seiner Tastborste, um erst später mit ins Lumen des Anhangs hereingezogen zu werden. *hy* Normale Hypodermis, *ch* Chitindecke. Vergr. 330.

Fig. 4. Anlage des linken mittleren Beins, aus einer etwas älteren Larve; optischer Querschnitt. Beinzapfen in die Länge gewachsen, in seinem Lumen die Zellenwucherungen des Neurilemms. Vergr. 330.

Fig. 5. Anlage des rechten vordern Beins aus einer etwas älteren Larve; Bauchansicht. Beinzapfen in die Länge gewachsen beginnt sich spiralig aufzurollen. *k* Kuppe des Beins, *b* Basis desselben (Ausstülpungsstelle vom Boden der Hypodermisgrube), *r* zellige Rinde, *l* Lumen desselben, letzteres nicht mehr ausgefüllt von den Zellenwucherungen des Neurilemms, welche sich zu rundlichen Gruppen an vielen Stellen der Wandung anschmiegen *zw*. *n* Nerv, *n'* Stelle, an welcher er in das Lumen des Beinzapfens eintritt, *n''* seine drei Endzweige, welche die Wand der Kuppe durchsetzend zu den drei Tastborsten *tb* hinlaufen. *hy'* Umschlagsrand der Hypodermis. Vergr. 330.

Fig. 6. Anlage eines mittleren Beins im optischen Querschnitt, oder vielmehr in Seitenansicht; aus derselben Larve. Kuppe des Beinzapfens nicht sichtbar, nur die Windung, welche zu ihr hinführt. Bezeichnung und Vergrösserung dieselben.

Fig. 7. Anlage des linken vordern Beins aus einer ältern Larve. Bauchansicht. Der Beinzapfen bildet eine volle Spiralwindung; *b* seine Basis, *k* seine Spitze. Von letzterer laufen die austretenden Nerven als feine, blasse Fäden *n''* zu den Tastborsten *tb*. Im Lumen des Beins der Nerv undeutlich, dagegen die Sehnenanlage *s* von der Kuppe bis zur Muskelanlage *zw'* zurückverfolgbar. Nerv an seiner Eintrittsstelle *n'* deutlich, verliert sich dann in Zellenmassen *zw*, aus welchen später Muskeln, Sehnen und Tracheen hervorgehen. Der Umschlagsrand der Hypodermis *hy'* imponirt jetzt noch mehr denn früher als eine die Neubildung einschliessende Hülle. Vergr. 330.

Taf. IV.

Fig. 8. Erstes Körpersegment einer der Verpuppung nahe stehenden Larve; Bauchansicht. Die beiden spiralig aufgerollten Beinanlagen berühren sich in der Mittellinie, die Ausstülpungsstelle rückt nahe an das erste Bauchganglion g^1 heran. Der Nerv *n'*, *n''* nur an seinem Ein- und Austritt sichtbar. Rechte Hälfte des Segmentes nur angedeutet, Lumen des Beins, *l*, hier im optischen Querschnitt sichtbar. *cx* Coxalstück, *fe* Femur, die Gliederung jedoch noch nicht scharf ausgesprochen. *stk* Stigmenkieme, *hy'* Umschlagsrand der Hypodermis. Vergr. 80.

Fig. 9—11 erläutert die Bildungsgeschichte des Rückenanhanges vom Prothorax, der Stigmenkieme.

Fig. 9 *A*. Dessen erste Anlage im optischen Querschnitt, eine Ausstülpung der mächtig verdickten Hypodermis, welche hier nicht senkrecht gegen die Fläche der Chitindecke steht, sondern sich fast parallel derselben nach vorn über die normale Hypodermis hinlagert. Innere Wand der Ausstül-

pung *stk'* bedeutend dünner, als äussere *stk*, welch letztere nach hinten ohne scharfe Grenze in die normale Hypodermis übergeht. Ein Umschlagsrand der Hypodermis existirt daher nur vorn bei *hy'*. *tr* Die senkrecht zur Haut ziehende, noch luftleere Trachee.

Fig. 9 *B*. Die Neubildung etwa auf dem gleichen Stadium aus einer andern Larve und von der Fläche gesehen. *hy'* Umschlagsrand der Hypodermis, *stk* der ausgestülpte Zapfen, *l* dessen sehr enges Lumen, *stk'* der Umschlagsrand der innern Wand der Ausstülpung, *tr* Intima der Trachee, als ein dunkler punctförmiger Kreis auf der Fläche der Hypodermis endend. Vergr. 330.

Fig. 10. Die Neubildung in einem viel späteren Stadium; optischer Querschnitt. Die Ausstülpung, welche vorher solid war (in der Periode zwischen Fig. 9 u. 10), erscheint jetzt als eine conische, dünnwandige Hülle, *h*, in deren Innerem eine knospenförmige Neubildung liegt: die eigentliche Stigmenkieme *stk*; diese manifestirt sich als zum Respirationsapparat gehörig durch den directen Zusammenhang ihrer Wandung und ihres Lumens mit Wand und Lumen der senkrecht zur Haut verlaufenden, dort aber rechtwinklig umbiegenden Trachee *tr*. *hy'* Wucherungen der Hypodermis als Vorbereitung zur Haar- und Borstenbildung der Imago. Vergr. 80.

Fig. 11 *A*. Die fertige Stigmenkieme isolirt. *tr*, *tr* Tracheen, *oe* Oeffnung an der Spitze. Die polygonale Zeichnung gehört nicht der äussern Haut an, sondern der Wandung der Kieme selbst, zwischen deren Zellen sich braune Chitinstäbe abgelagert haben, von deren Knotenpuncten frei ins Lumen ragende Chitinborsten entspringen. Vergr. 80.

Fig. 11 *B*. Stückchen der Kiemenwand mit Essigsäure behandelt, um die Zellenkerne deutlicher zu machen, *ch* die Chitinstäbe. Vergr. 330.

Fig. 11 *C*. Wandung einer noch farblosen, sonst aber völlig ausgebildeten Stigmenkieme im optischen Querschnitt. *h* Hülle, morphologisch die Wand des dorsalen Prothoracalanhangs, *c* feine Cuticula auf ihrer Aussenfläche, *k* Wand der Kieme. *ch* die noch farblosen Chitinstäbe zwischen den Wandungszellen, *b* die frei ins Lumen ragenden Borsten; *w* freier, mit klarer Flüssigkeit gefüllter Raum zwischen *h* und *k*. Vergr. 330.

Fig. 12. Flügelanlage kurz nach ihrer Entstehung im optischen Querschnitt. *fl* Anhang, dessen Wandungen von bedeutender Dicke, *l* Lumen desselben; *hy'* Umschlagsrand der Hypodermis, *hy''* grubenförmige Einsenkung der Hypodermis; *b* Ausstülpungsstelle (Basis) des Anhangs; *n* Nerv (?). Vergr. 330.

Fig. 13 u. 14 zur Entwickelung der Gewebe im Innern des Beins.

Fig. 13. Basale Hälfte der Beinanlage. *r* Rinde des Beinschlauchs aus senkrecht auf die Achse gestellten Zellenreihen gebildet, im Lumen der Nerv *n* (mit Sicherheit nur an seiner Eintrittsstelle unterscheidbar) und die ursprünglich von seinem Neurilemm ausgegangenen Zellenwucherungen; *zw* dergleichen, aus welchen Muskeln, *zw'* solche, aus denen eine Trachee hervorgeht. Diese Zeichnung gibt zugleich den einzigen Fall wieder von einem Zusammenhang zwischen den Zellen der Rinde und den muskelbildenden Zellen, bei *b* scheinen beide verwachsen und die Rindenzellenreihen durch diese Verwachsung in die Länge gezerrt. Dies ist abnorm und kam ausserdem nicht vor. Vergr. 330.

Fig. 14. Aus einer älteren Larve; Femurstrecke des Beins. Die Rinde relativ dünner, ihre Zellen ohne bestimmte Anordnung, gegen das Lumen hin eine scharfe Grenzlinie, nach aussen eine zarte Cuticula, *c*. Die Zellenmassen im Innern flach ausgebreitet und zu Geweben angeordnet, von welchen nur Muskeln und Sehnen angegeben sind. *m* Muskelprimitivbündel aus axaler Kernsäule und contractiler Rindenschicht. Auf der Oberfläche des Muskels die Sehnenanlage *s*, in deren Axe bereits ein feiner Chitinfaden *ch*; *m'*, *m''* Muskeln. Vergr 330.

Fig. 15. Die Spitze des Beins einer Larve nach Bildung der Puppenscheide. *ps* Puppenscheide, *r* zellige Rinde, *s* Sehne, *n* vermuthlich der Nerv, dessen Verbindung mit den drei Ganglienzellen *g* jedoch nicht zu erkennen war; *n'* die drei die Puppenscheide durchbohrenden Nerven der Tastborsten *tb*. Vergr. 330, jedoch etwas kleiner gezeichnet (ohne Zeichenapparat).

Fig. 16. Die Wand des fünften Segmentes einer ausgewachsenen Larve. *v* Chylusmagen, *ch* äussere chitinöse Haut, *hy* normale Hypodermis, *hy'* Wucherungen derselben. Vergr. 80.

Taf. V.

Fig. 17. Kopf einer fast ausgewachsenen Larve. *coll* Hals, *occ* Hinterhaupt, dicker Theil des Kopfes, eigentliche Kopfkapsel, *fr* Stirn, *fr'* Stirnfortsatz; *at* Antennen, *lb* Oberlippe, *md* Mandibeln, mx^1 Taster der ersten Maxille, mx^2 Unterlippe. *sat* Sehne des Antennenmuskels, *lb'*, *lb''* Muskeln der Oberlippe, *md'*, *md'* zwei der drei Mandibelmuskeln. *os* Oberes Schlundganglion (Gehirn), von welchem nach hinten die Commissur zum untern Schlundganglion abgeht, nach vorn der Antennennerv. Dieser, *nat*, durchbohrt das kuglige Endstück der Anlage der Imagoantenne *at'*, verläuft im Innern derselben, um sie an ihrer Spitze wieder zu durchbohren und frei das Ganglion *gat* zu erreichen. Bei 80facher Vergrösserung, aber etwas verkleinert gezeichnet.

Fig. 18. Zur Bildung der Imagoantenne, aus einer Larve bald nach der vierten Häutung. *fr* Spitze des Stirnfortsatzes, *bat* Basis der Antenne. *ch* Chitinhaut, *hy* normale Hypodermis. *at'* Die nach rückwärts wuchernde Duplicatur der Hypodermis, *gb* das Gubernaculum der Antennenanlage, *nat* Antennennerv, der vor seinem Eintritt in das Lumen der Neubildung einen Zweig nach oben zu der Hautborste *tb* abgibt; *a* äusseres, *i* inneres Blatt der Antennenanlage. Vergr. 330.

Fig. 19. Von einer etwas älteren Larve. Anlage der Imagoantennen bedeutend in die Länge gewachsen, man erkennt im Lumen derselben die Zellenwucherungen des Neurilemms, *nat* Nerv, *gb* Gubernaculum, *mat* Antennenmuskel, *mlb* Levator der Oberlippe, *hy'* verdickte Hypodermis der hintern Antennenwand. Vergr. 160.

Fig. 20. Rückwärtszieher der Kiefer aus der lebenden Larve, die eine Hälfte quergestreift, die andere stark längsstreifig. Vergr. 330.

Fig. 21. Eines der Sinnesorgane unbekannter Bedeutung aus dem vierten Segment einer vor der vierten Häutung stehenden Larve. *n* Nerv aus dem vierten Bauchganglion kommend, *g* seine Anschwellung zu einem mehrzelligen Ganglion, dessen Kerne hier so gezeichnet sind, wie sie nach Essigsäurewirkung erscheinen. *b* Der vordere Strang aus indifferentem Gewebe, zur

Fixation des hintern Stranges *s* dienend, in welchem spindelförmige Kerne und feine Stäbchen erkennbar sind. Von *s* ist nur etwa $^1/_3$ der Länge gezeichnet, auch von *b* fehlt ein Stück. Vergr. 600.

Fig. 22 *A*. Kopf einer jungen dicht vor der ersten Häutung stehenden Larve; die Hypodermis überall von der Chitindecke zurückgezogen und bedeutend verdickt, lässt deutlich die Verschiedenheiten in der Gestalt der Kopfanhänge, wie sie nach der Häutung auftreten, erkennen. *at'* Der nach innen umgestülpte und bedeutend in die Länge gewachsene Hypodermisschlauch, im Lumen der Einstülpung die neugebildeten, noch farblosen Borsten, zwischen deren Spitzen der alte, bei der Häutung zerfallende Antennennerv *nat* hervortritt. *os* Gehirn, von welchem schräg nach vorn der Nerv zum Auge läuft; *sp* gemeinschaftlicher Ausführungsgang der Speicheldrüsen mit Reservoir an der Mündungsstelle. *lb'* Neue Oberlippe, *sb* schilfblattähnliche Borsten, der jungen Larve fehlend. Vergr. 330.

Fig. 22 *B*. Auge einer eintägigen Larve. *n* Sehnerv, *k* Krystallkegelzellen, bei *k'* in eine mit den Zellen der Hypodermis zusammenhängende Spitze ausgezogen, bei *k''* miteinander verschmolzen. Vergr. 600.

Fig. 23—26 zur Bildungsgeschichte des Hauptauges.

Fig. 23. Hinterer Theil des Kopfes einer Larve, drei Tage nach der ersten Häutung. *os* Gehirn, *mph* Levatoren des Pharynx (nur in ihrem obern Theil gezeichnet), *nat* Antennennerv mit drei Zweigen zu Tastborsten des Scheitels und der Stirn, *mat* Antennenmuskel, *mlb, mlb'* Levatoren der Oberlippe; der Stamm des Augennerven spaltet sich in zwei Zweige, deren vorderer zu der bereits gelb pigmentirten halbmondförmigen Anschwellung der Hypodermis läuft, der ersten Anlage des Hauptauges. Vergr. 330.

Fig. 24. Anlage des Auges bei 600facher Vergrösserung, nur um Weniges weiter entwickelt; vier grosse mit rothbraunem Pigment gefüllte Zellen, hinter diesen eine Reihe farbloser, stark lichtbrechender Bildungszellen der Krystallkegel *k'*.

Taf. VI.

Fig. 25. Oberer Theil des Kopfes einer Larve, dicht vor der zweiten Häutung. *hk* Hinterer Kopfrand; die Antenne *at* ohne Hypodermis, da dieselbe bereits in der Rückstülpung begriffen ist (*at'*), *bat* die neugebildeten, noch weichen Antennenborsten, *mat* Antennenmuskel, *hy'* zurückgezogene und bedeutend verdickte Hypodermis des Stirnfortsatzes, *gr* Grenzlinie, bis zu welcher die Verdickung nach hinten reicht, die Muskeln der Oberlippe an ihrer Querstreifung kenntlich, *gm* zwei im Text nicht erwähnte quere Muskeln, die beide Seitenflächen des Stirnfortsatzes einander nähern (man sieht nur die Ansatzflächen). *os* Gehirn; Anlage des Hauptauges bedeutend vergrössert gegen Fig. 24, am Rand der braunen Pigmentzone sind Krystallkegelzellen sichtbar, weiter nach vorn aber in der noch fast farblosen Parthie der halbmondförmigen Hypodermisanschwellung eine feine radiäre Streifung, auf die Anlage der Nervenstäbe zu beziehen. *bw* Gelbgefärbtes Bindegewebe. *nat* Antennennerv. Vergr. 330.

Fig. 26 *A*. Von einer Larve nach der vierten Häutung. Das Hauptauge vollkommen ausgebildet, von den Krystallkörpern, welche die ganze Pigmentfläche bedecken, wurden nur die am Rand gelegenen angegeben; hinter

dem Hauptauge das Nebenauge (*au'*) und über diesem das »rudimentäre Auge« Leydig's (*x*).

Fig. 26 *B*. Das letztgenannte Organ in späterer Zeit aus einer der Verpuppung nahen Larve. Die Zellenrosette in die Länge gezogen, die Kerne durch stark lichtbrechende unregelmässig eckige Klümpchen ersetzt. *n* Nerv. Vergr. 330.

Fig. 27. Die unter Leitung des Gubernaculum (*gb*) rückwärts wachsende Anlage der Imagoantenne kurz vor ihrer Ankunft am Gehirn. *A* Antennenanlage, *bat* scheibenförmiges Basalglied derselben, auf dessen äusserer Fläche das schlauchförmige Hauptstück entspringt (nur zum kleinsten Theil gezeichnet, vergleiche Fig. 17); *a* äusseres, *i* inneres Blatt, im Lumen die Zellenwucherungen des Neurilemms, *nat* Antennennerv, auf der medianen Fläche in die Basalscheibe eintretend; *gb* Gubernaculum, zum Theil verdeckt durch die dem Hautnerv *n* zu Liebe flächenhaft gezeichnete Hypodermis; *mph* Levatoren des Schlundes, die Lage des dicht hinter ihnen befindlichen Gehirns bezeichnend. Vergr. 330.

Fig. 28 *A*. Neuntes und zehntes Segment einer eben ausgeschlüpften Larve. *gs* Anlage der Genitaldrüsen, *tr* Tracheenblasen mit wenigen grossen Pigmentflecken auf der Oberfläche ihrer Peritonealhaut, *tr'* Anlage der Tracheenstämme der Imago in Fig. 28 *B*. bei 600facher Vergrösserung dargestellt. *f* Homogene Fäden, welche die Genitaldrüsen an die Leibeswand befestigen. Vergr. 330.

Fig. 29 *A*. Neuntes und zehntes Segment aus einer Larve nach der vierten Häutung. *ov* Ovarien, *od* Anlage des Oviducts, *f* Fixationsfäden, *hy'* verdickte Hypodermis, *tr* Tracheenblasen, *ch* Chylusmagen, *Ma* Schlinge eines Malpighi'schen Gefässes. Vergr. 80.

Fig. 29 *B*. Die unterste Kammer einer Ovarialröhre aus derselben Larve. *ep* Epithel, *dz* dotterbildende Zellen, in einigen von ihnen ein Fetttropfen, die Keimbläschenzelle aus ihnen nicht herauszuerkennen. Vergr. 300.

Fig. 30 *A*. Hoden einer ausgewachsenen Larve, *f* vorderer Fixationsfaden, *vd* Anlage des Ausführungsganges; *mz* Mutterzellen. Vergr. 160.

Fig. 30 *B*. Eine Mutterzelle bei 400facher Vergrösserung. *tz* Tochterzellen mit Kernen im Innern.

Taf. VII.

Fig. 31. Kopf einer fast ausgewachsenen Larve in Ventralansicht (nur der hintere Theil gezeichnet). *md* Mandibeln, mx^1 Taster der Maxillen, mx^2 Unterlippe. Unter dem Maxillarstück liegt als gewundener Schlauch die Anlage des Maxillartasters der Imago (*t*), unter der Unterlippe die Anlage der Unterlippe der Imago, welche aus paarigen cylindrischen Ausstülpungen vom Boden einer Hypodermiseinsenkung (*hy'*) besteht; in jede derselben tritt ein Nerv *n*, *n'*, der das Lumen mit den Wucherungen seines Neurilemms anfüllt; *h* Anlage des Haustellum; *ch* feine Chitinleiste, das dreieckige Unterlippenstück einfassend; *hk* hinterer Kopfrand. Vergr. 160.

Fig. 32. Dieselben Theile schräg von der Seite gesehen. *mx'* Maxillartaster der Larve, *t* Anlage des Imagotasters, eine deutliche zapfenförmige Ausstülpung der Hypodermis *hy*. mx^2 Anlage der Imagounterlippe, *h* des Haustellum, *hy'* die grubenförmige Einstülpung der Hypodermis, *n* Unterlippennerv; *ph* Pharynx, *hk* hinterer Kopfrand. Vergr. 160.

Fig. 33. Kopf einer Larve unmittelbar vor der Verpuppung; *ch* Chitinskelet, *at'* Imagoantennen, bereits von der Puppenscheide überkleidet, aus ihrer Spitze der Antennennerv *nat* hervortretend; überall die Hypodermis vom Chitinskelet zurückgezogen und mit der Puppenscheide bedeckt; *t* Anlage des Maxillentasters, mx^2 Anlage der Unterlippe. Vergr. 80.

Fig. 34. Kopf einer jungen Puppe. *at* Antennen, *md* Mandibeln, mx^1, mx^2 erstes und zweites Maxillenpaar, *t* Maxillartaster, p^1 erstes Bein, am Rand im optischen Querschnitt sichtbar und hier zugleich die Puppenscheide *ps* abgehoben von der Zellenrinde *ri*, während sonst überall beide noch dicht aneinander liegen. Vergr. 80.

Fig. 35—38 zur Entstehung der Flügelmuskeln.

Fig. 35. Aus einer jungen Larve, kurz nach ihrer dritten Häutung; Dorsalansicht des vordern Theils des Thorax. *ch* Chitinhaut, *hy* Hypodermis, *M* medianer Längsmuskel der Larve, *m* mediane, *l* laterale Muskelanlage, erstere in vier, letztere in zwei Zipfel auslaufend, *n* der beide verbindende, quere Strang, Nerv und Tracheenanlage zugleich darstellend; er perforirt *l*, um in die Tiefe zu steigen und dort in den Strang *n'*, vermuthlich ein Nervenstämmchen, einzumünden; die Muskelanlage *m* durchbohrt er nicht, sondern tangirt nur deren innere Fläche, um sich in zwei Aeste zu spalten, wovon der eine *n''* der Nerv des Muskels *M* ist, der andere aber als breite, kernhaltige Platte mit *m* verschmilzt und erst weiter hinten als feine Tracheenanlagen *tr* und *tr'* die Muskelanlage wieder verlässt. Vergr. 600.

Fig. 36. Aus einer älteren Larve; dieselbe Ansicht. *M*, *M'* Mediane Längsmuskeln der Larve, *M'* ein seitlicher Larvenmuskel, unter welchen das Nervenästchen *n'* hinläuft; von der linken Körperhälfte wurde die mediane Muskelanlage hinzugezeichnet und zwar in unverändertem Zustand, während auf der rechten Körperhälfte Essigsäurewirkung angegeben ist. Die mediane Muskelanlage (*m*) hat sich durchweg in zwei Hälften getheilt, während die laterale noch einfach ist. Im Strang *n* ein feines, helles Lumen sichtbar, der Nerv *n''* das Sarkolemma des Muskels *M* durchsetzend. *tr* Tracheenanlagen. Vergr. 330.

Fig. 37. Dieselben Theile aus einer Larve kurz nach der vierten Häutung. Die laterale Muskelanlage zeigt das Aussehen, welches durch Essigsäure eintritt. *M'* Ein fadenförmiger, nicht constanter Muskel der Larve, zu dem vom Strang *n'* aus ein blasser Faden (Nerv?) hinläuft, sowie eine dünne plattenförmige Membran; beide Theile nebst dem der Muskelanlage *l* parallellaufenden Strang *l'* wurden nur in diesem Fall beobachtet und sind als individuelle Besonderheiten aufzufassen, wie sie vor Allem auch bei der Anlage der Tracheen sich häufig vorfinden. Die mediane Muskelanlage (*m*) bildet jetzt zwei vollständig getrennte Bündel. Vergr. 330.

Fig. 38. Dieselben Theile aus einer dicht vor der Verpuppung befindlichen Larve. Die beiden medianen Muskelanlagen *m* und *m'* sowie die laterale *l* sind in der Längstheilung begriffen. Vergr. 160.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.


at
Wien

als

md

os

Weismann del



Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



